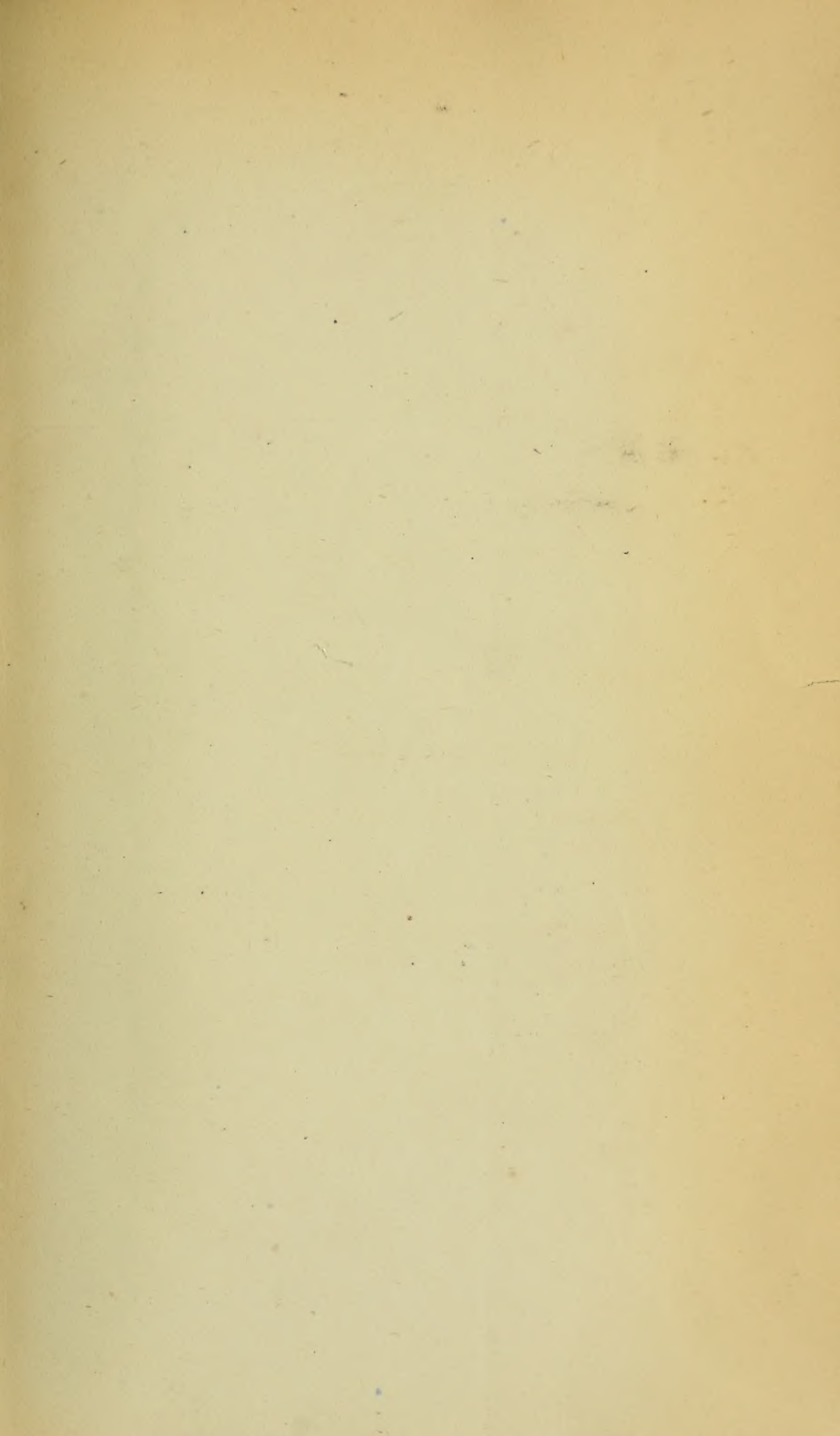
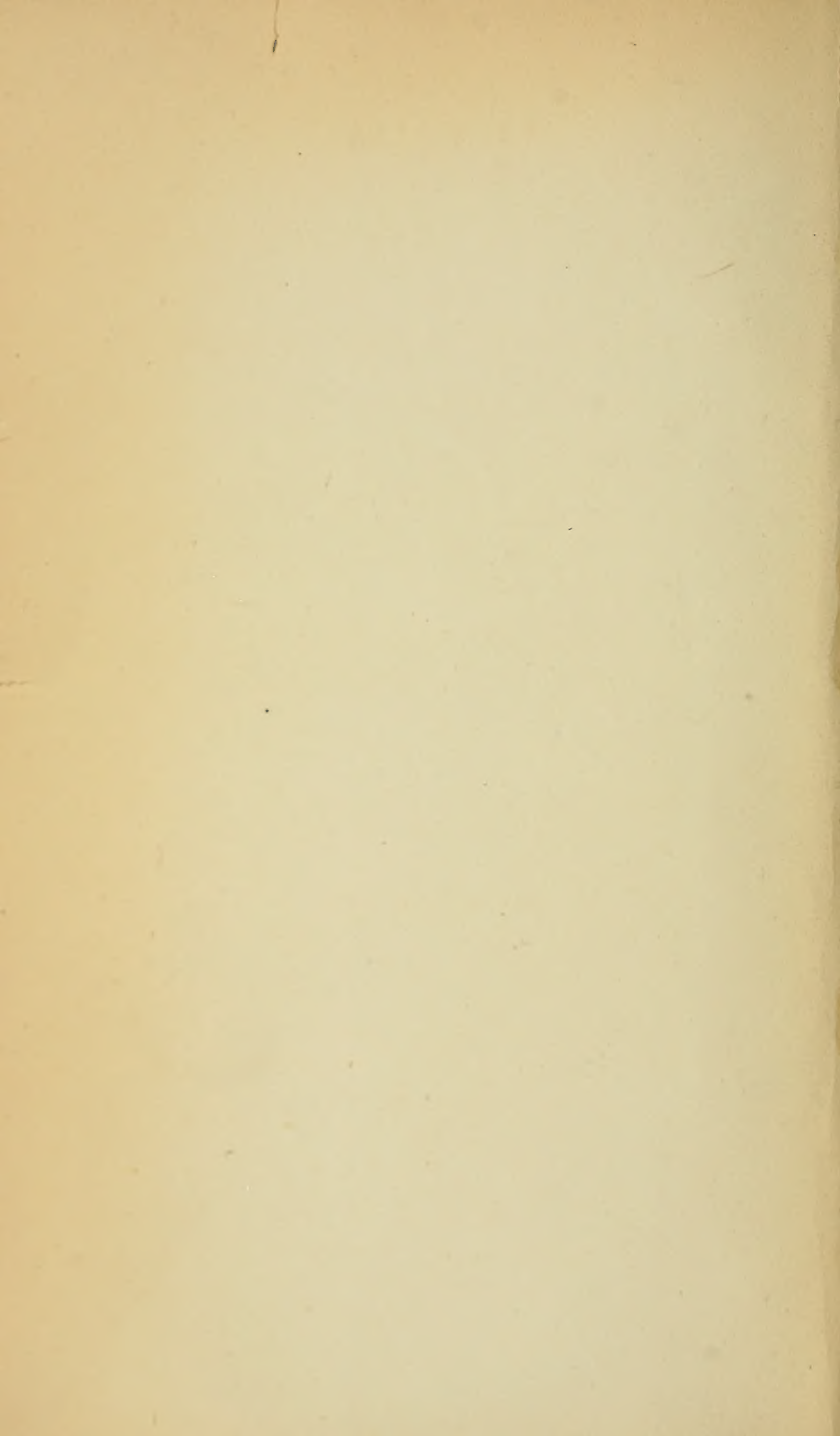






ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

D^r. CARL BOGISLAUS REICHERT,

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

D^r. EMIL DU BOIS-REYMOND,

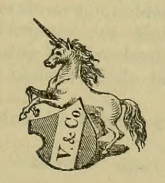
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1868.

Mit achtzehn Kupfertafeln.



LEIPZIG.

VERLAG VON VEIT ET COMP.



Inhaltsverzeichniss.

Die Endigungsweise der Herzzweige des N. vagus beim Frosch.

Von

F. Bidder in Dorpat.

(Hierzu Taf. I, B.)

Schon in den ersten Mittheilungen über die von ihnen entdeckten merkwürdigen Beziehungen des N. vagus zu den Actionen des Herzens machen die Gebrüder Weber darauf aufmerksam (E. H. Weber in diesem Arch. 1846 S. 500, und Ed. Weber in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie Bd. III, Abth. 2, Braunschweig 1846, S. 47), dass der hemmende Einfluss der Vagi auf die Herzbewegung nicht unmittelbar auf die Muskelfasern, sondern zunächst auf diejenigen Nerveneinrichtungen einwirke, von denen die Herzbewegungen ausgehen, und die in der Substanz des Herzens selber befindlich sind. Als solche Nerveneinrichtungen waren kurz vorher von Volkmann (Müll. Arch. 1844 S. 419) die von Remak im Herzen gefundenen Ganglien bezeichnet worden. So lag es nahe, dass Volkmann die Weber'sche Ansicht einer eingehenden Prüfung unterwarf, bei der er nach genauer Erörterung aller damals in Betracht kommenden Verhältnisse auch seinerseits zu der Ueberzeugung gelangte (Hämodynamik, Leipzig 1850, S. 407), dass der gereizte N. vagus zunächst auf die Nervencentra des Herzens wirke, und dass der nächste Grund der dadurch bedingten anhaltenden Diastole in einer

veränderten Stimmung dieser Centra liege. Diese Auffassung ist, sofern nicht etwa die Hemmungswirkung überhaupt in Abrede gestellt wurde, von allen nachfolgenden Beobachtern theils stillschweigend, theils in ausdrücklich zustimmender Weise adoptirt worden, und es war hierbei namentlich maassgebend die Erwägung, dass ein Nerv, der Muskelactionen inhibire, nicht dieselbe Endigung haben könne, wie ein die Muskelelemente zu lebendiger Verkürzung anregender, und dass die Immunität der Herzzweige des Vagus gegen gewisse, die Enden sämmtlicher centrifugaler Nerven des cerebrospinalen Systems lähmende Gifte (Curare) nicht anders erklärt werden könne, als mit der Annahme, dass ihnen eine von den musculomotorischen Nerven abweichende Endigung zukomme. Die zu letzterer Thatsache den Gegensatz bildende, neuerdings erst gemachte Erfahrung, dass nach Einführung von Atropin in das Blut, zu einer Zeit, wo alle anderen Nerven sympathischer oder cerebraler Gattung noch völlig leistungsfähig sind, der Herzvagus vollständig gelähmt erscheint, dient nicht minder zum entschiedenen Beweise, „dass er ein besonderes, von der sonstigen Endigungsweise der Muskelnerven verschiedenes Endorgan haben müsse“ (A. v. Bezold, Untersuchungen aus dem physiol. Laborat. in Würzburg, Heft 1, 1867, S. 41). — Zu ganz ähnlichen Resultaten führen aber auch die bedeutungsvollen Untersuchungen, die ebenfalls besonders von v. Bezold (Untersuchungen über die Innervation des Herzens, 2. Abth. 1863) und darauf von den Gebrüdern Cyon (Centralblatt für die medic. Wiss. 1866 Nr. 51 und 1867 Nr. 20), über die excitirenden Herznerven angestellt worden sind. Der aus der täglichen Erfahrung zwar längst schon bekannte, aber auf dem Wege des Experimentes erst von v. Bezold festgestellte Einfluss des Gehirns auf die Schlagfolge des Herzens, und der Nachweis der Nervenbahnen, durch welche dieser Nerveneinfluss vermittelt wird (beim Kaninchen dritte Wurzel des Ganglion stellati), musste auch die Frage nach der Endigungsweise dieser letzteren anregen. Namentlich die beiden letztgenannten Beobachter halten sich (in der erwähnten, so viel mir bekannt, bisher einzigen und nur vorläufigen Mittheilung über ihre bezüglichen Untersuchungen) zu dem Ausspruch für berechtigt,

dass diese excitirenden Herznerven in den „motorischen" Herzganglien enden, und dass sie die Erregbarkeit derselben erhöhen, indem sie ihnen von den cerebrospinalen Centren ausgehende Impulse zuführen. Unter anderem weise namentlich der Umstand, dass die Reizung dieser Nerven keinen Tetanus des Herzens bewirkt, darauf hin, dass sie keine gewöhnlichen Muskelnerven sind, sondern höchst wahrscheinlich in den Ganglien des Herzens enden.

Von zwiefachen Ausgangspunkten her ist demnach die Ansicht gewonnen, dass gewisse zu dem Herzen tretende und die Actionen seiner Muskulatur alterirende Nerven nicht direct in das Herzfleisch sich einsenken, sondern ihren Einfluss auf dasselbe nur dadurch äussern, dass sie in den die Herzactionen bestimmenden und in das Herz selbst eingeketteten Ganglien ihr Ende finden. Aber der genauere Nachweis dieser Endigung ist, obgleich schon seit zwei Decennien diese Aufgabe vorliegt, bis auf den heutigen Tag ein Desiderat geblieben. Allerdings ist von O. Funke ausgesprochen worden (Lehrb. d. Physiol. Bd. II, 3. Aufl. 1860 S. 517, und 4. Aufl. 1866 S. 657), dass die zum Herzen tretenden Vagusfasern sich in die auf ihrem Wege liegenden Nervenzellen inseriren, und dass aus letzteren erst die den Herzmuskel zur Verkürzung bestimmenden Nervenfasern entspringen, dass gewisse Ganglienzellen nicht allein unter sich zu Gruppen verbunden sind, sondern dass überdies auch die in mehrfacher Zahl in dem Herzen vorhandenen Ganglienanhäufungen unter einander in Verbindung gesetzt sind. Jedoch sind das, wie Funke selbst bemerkt, nur Vermuthungen, die, wenngleich mit grosser Wahrscheinlichkeit den zahlreichen über die Thätigkeit des Herzens gemachten Erfahrungen entnommen, ihre bleibende Geltung doch nur von der anatomischen Prüfung zu erwarten haben. Zu solcher vor dem Mikroskop zu bestehenden Probe scheint aber nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse das in den makroskopischen Verhältnissen seiner Nervenausbreitung am genauesten gekannte und am leichtesten zu übersehende Froschherz vorzugsweise geeignet zu sein, umsomehr, als die von aussen her ihm zugeführten hemmenden sowohl als exci-

tirenden Impulse auf die alleinige Bahn eines jederseits einfachen Vaguszweiges angewiesen sind. Zwar hat Kölliker (Geweblehre, 4. Aufl. 1863 S. 585) mit grosser Entschiedenheit behauptet, dass die Vagusäste des Frosches keinerlei Verbindungen mit den Ganglienzellen des Herzens eingehen, sondern ganz und gar für sich verlaufen und die Ganglien nur durchsetzen, um für sich zum Herzfleische zu gehen, und dass die Physiologie daher jene Theorieen verlassen müsse, die den Vagusfasern einen unmittelbaren Einfluss auf die Ganglien zuschreiben[1]). Dass indessen diese Angelegenheit hiermit keinesweges erledigt sei, dürfte, abgesehen von den angedeuteten physiologischen Erwägungen, auch daraus hervorgehen, dass selbst der englische Gelehrte Beale (Phil. Transact. 1863, Part. II, p. 561 u. 562, pl. XXXIX Fig. 41) die thatsächlichen Grundlagen dieser Aussprüche Kölliker's durchaus bestreitet. Indem das Nähere hierüber weiter unten seine Stelle finden soll, will ich hier nur hervorheben, dass Beale nach seinen Untersuchungen es wenigstens für sehr wahrscheinlich hält, dass die Vagusfasern mit den Ganglienzellen verbunden sind, obgleich er sich ausser Stande erklärt, anzugeben, von wie vielen Vagusfasern dies gelte.

Bei dieser Sachlage war eine wiederholte Untersuchung der anatomischen Beziehungen des N. vagus zu den Ganglien des Froschherzens ein dringendes Bedürfniss. Es handelte sich dabei nicht allein um eine erweiterte Geltung der neuesten Ermittelungen über die Natur der unipolaren Ganglienzellen, sondern zugleich um die Feststellung anatomischer Grundlagen zum Verständniss der Wirkungen, welche hemmende wie excitirende Nerven auf das autonome Centrum der Herzbewegungen ausüben. Es musste wenigstens der Versuch erneuert werden, mit den in den letzten Jahren vielfach verbesserten Un-

1) Die neueste 5. Auflage der Geweblehre, 1867, ist bis zu der bezüglichen Stelle noch nicht erschienen. Es scheint jedoch nach S. 255 der bereits publicirten Partie des Buchs, dass Kölliker seine Ansicht über diese Angelegenheit wesentlich zu modificiren beginnt, indem er die apolaren Zellen nur als Entwickelungsstadium von Zellen mit Ausläufern ansieht.

tersuchungsmethoden in diese verwickelten Verhältnisse einzudringen. Ein dreifacher Gesichtspunkt schien hierbei eingehalten werden zu können. Am entscheidendsten würde es sein, den Uebergang einer ganz unzweideutig aus dem Stamm des N. vagus herkommenden Faser in eine der zahlreichen Ganglienzellen zu verfolgen, die auf dem Verlaufe seiner Herzzweige sich darbieten. Bei der Beschaffenheit und Anordnung der hier in Betracht kommenden Elemente ist auf einen von dieser Seite völlig einwurfslosen Befund kaum zu rechnen. Dagegen würde allerdings schon die Bestätigung der neuesten Angaben über zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende Fortsätze der unipolaren Nervenzellen des sympathischen Systems auch für das Herz des Frosches, zur näheren Einsicht in die Innervation desselben höchst erwünscht sein. Bei diesem Theil der Aufgabe glaubte ich um so zuversichtlicher auf Erfolg rechnen zu dürfen, als schon vor längerer Zeit aus dem hiesigen physiologischen Institute darauf hingewiesen worden ist (C. Küttner, de origine nervi symp. ranarum, diss. inaug. 1854, p. 13, Fig. 5 u. 6), dass beim Frosche die flaschenförmigen Nervenzellen des Sympathicus nach der Seite ihrer Verdünnung hin in einen äusserst zart contourirten Fortsatz übergehen, der sich bald in zwei Aeste spaltet, die — quoad persequi licebat — in der gleichen Richtung weiter verliefen. Diese Angabe ist lange unbeachtet geblieben, und in der That war die Zahl der Nervenfortsätze, wenn sie alle zur Peripherie sich wandten und daher nur im Sinne des Ursprungs von Nervenfasern aus den Zellen gedeutet werden konnten, von geringem Belange für die jetzt zu behandelnde Frage. Erst die Ableitung eines der mehrfachen Zellenfortsätze von einem anderen entfernten Heerde von Nervenimpulsen konnten einer Mehrzahl solcher Ausläufer ein weitergehendes Interesse verleihen. Die Richtung, die jene von der Zelle entsendeten Fasern einschlagen, musste daher vorzugsweise Gegenstand der Beachtung werden. — In Verbindung hiermit war aber noch ein zweiter Gesichtspunkt im Auge zu behalten. Cerebrospinale direct zu Muskeln sich begebende Nervenfasern behalten bekanntlich ihre eigenthümlichen Charaktere, den Breitendurch-

messer, die dunkelen Ränder und doppelten Contouren bis unmittelbar vor ihrer Einsenkung in die bezüglichen Muskelprimitivbündel bei; erst in den letzten Endigungen tritt hierin eine Aenderung ein. Begeben sich die Herzzweige des Vagus in ununterbrochenem Verlaufe zum Herzfleische, so muss demnach der Charakter dieser Nervenfasern diesseits und jenseits der Ganglien der gleiche bleiben. Dasselbe gilt von ihrer Zahl, da die cerebrospinalen Fasern erst dicht vor ihrer Endausbreitung sich theilen, und erst hier an Menge zunehmen. Sollte dagegen schon während des Verlaufs der Vaguszweige durchs Herz hin eine Aenderung in dem Charakter ihrer Faserelemente und eine Vermehrung der Zahl derselben deutlich werden, so dürfte dies a priori ebensowohl für das Entspringen neuer Nervenfasern von den Ganglien, wie für eine unmittelbare Beziehung der letzteren zu den Vagusfasern sprechen, eine Beziehung, die bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse von den Thätigkeiten des Nervensystems nur als unmittelbarer anatomischer Zusammenhang denkbar ist, und die apolaren Zellen ausschliesst. — Ein dritter Weg endlich, der zu dieser Untersuchung sich darbot, war der, zu ermitteln, wie weit die durch Durchschneidung des Vagus bedingte Degeneration seiner unterhalb der Durchschnittsstelle gelegenen Elemente sich erstreckt; reicht in solchem Fall die Fettentartung der Nervenprimitivfasern bis an die letzten Endäste der Herznerven, so wäre damit der ununterbrochene Verlauf der Vagusfasern bis in die Muskelbündel des Herzens dargethan; ein früheres Aufhören der Degenerations-Phänomene würde dagegen eben so entschieden darauf zu beziehen sein, dass die Vagusfasern schon früher ihr Ende erreichen, dass sie also — denn eine andere Möglichkeit scheint hier nicht stattzufinden — in die Ganglien eintreten, dass in diesen das Fortschreiten des Degenerationsherganges aufgehalten wird, und dass die aus denselben Ganglien zur peripherischen Endausbreitung hervorgehenden Nervenfasern eben deshalb unversehrt erscheinen. — Die Resultate nun der nach den angedeuteten Richtungen über die Herzzweige des Vagus angestellten Untersuchungen sollen im Folgenden dargelegt werden.

Wenn man einen Frosch durch Zerstörung des Gehirns und Rückenmarks mittelst eines eingeführten Stilets getödtet, das Brustbein der Länge nach gespalten, und damit das Herz nebst den grossen Gefässen und den Lungen freigelegt hat, so lassen sich die Herzzweige des Vagus jederseits leicht auffinden, indem sie über den oberen Theil der vorderen — dem Beobachter zugewendeten — Lungenoberfläche, dicht unter dem serösen Ueberzuge der Lungen und durch denselben hindurchschimmernd, in schräger Richtung von Aussen nach Innen zur Mittellinie des Körpers herabsteigen, und endlich den oberen Hohlvenen sich anlegend zum Herzen gelangen. In diesem ganzen Verlauf sind diese Nervenfädchen trotz ihrer Feinheit doch mit Sicherheit zu erkennen, da sie auf dem dunklen Grunde der Lungen und der bluthaltigen Hohlvenen durch ihr weisses Aussehen sich von der durchscheinend grauen bindegewebigen Nachbarschaft hinreichend scharf markiren. Es lassen sich daher unschwer beliebig lange Stücke derselben herausschneiden, und es verdienen zum Zweck der vorliegenden Untersuchung die die Hohlvenen begleitenden Strecken den Vorzug, weil man hier sicher ist, nur für das Herz bestimmte Elemente vor sich zu haben. Diese Strecke der rami cardiaci lässt sich übrigens leicht und rasch auch dadurch gewinnen, dass man das blosgelegte Froschherz an der Spitze in die Höhe hebt, die beiden Aortenbögen trennt, den der hinteren Fläche adhärirenden Sehnenfaden durchschneidet, durch weiteres Aufheben der Herzspitze die beiden vorderen oder oberen Hohlvenen spannt und sie möglichst fern vom Herzen durchschneidet. In einem auf solche Weise herausgelösten und unter Wasser auf einer Wachstafel ausgespannten Herzen bieten sich den Hohlvenen dicht anliegend beträchtlich lange Strecken der rami cardiaci ganz unfehlbar dar, und lassen sich in Zusammenhang mit den Scheidewandnerven mit geringer Mühe herauspräpariren, so dass das ganze System der Herznerven in seinen Hauptbahnen vollständig zur Anschauung gebracht werden kann. Werden von einem solchen Präparate zuerst die genannten Vagusäste näher geprüft, so sieht man, nach vorangegangener Ausbreitung derselben mit Nadeln, nur dunkelrandige doppelt

contourirte Fasern, deren überwiegende Mehrzahl 0,012 Mm. breit ist, doch kommen auch breitere von 0,015 Mm. und schmälere von 0,010 Mm. vor; unter das letztere Maass habe ich den Durchmesser der hier auftretenden Fasern nie herabsinken sehen. Es sind also breite Fasern, wie sie den centrifugalen Nerven des animalen Systems allgemein eigen sind. Schmale Fasern des sympathischen Systems habe ich auch bei vollkommenster Ausbreitung des ganzen Bündels doch nie mit Entschiedenheit nachweisen können, da nun an der in Rede stehenden Strecke der rami cardiaci einige kleine Gruppen von 4—6 Ganglienzellen allerdings vorkommen, so würde der Mangel schmaler Nervenfasern, die von ihnen abzuleiten und zum Anschluss an den weiteren Verlauf der Nerven bestimmt wären, ein weiterer Beleg für die Ansicht sein (dies. Arch. 1866 S. 14), dass diese Ganglien, die als Centra der selbstständigen Pulsationen der oberen Hohlvenen angesehen werden müssen, in peripherischer Richtung keine anderen Fasern entsenden, als die sofort in die Venenwand sich einsenken und daher nicht weiter zu verfolgen sind. — Wenn man dagegen die scheinbar unmittelbaren Fortsetzungen der rami cardiaci, die beiden Scheidewandnerven, mit dem Mikroskop untersucht, so findet sich — und um so mehr, je mehr man dem Verlauf der Nerven folgend, sich den Atrioventricularganglien nähert — dass diese breiten Fasern zurücktreten, und dass an ihrer Statt schmale Fasern erscheinen. Die Breite der letzteren ist selbst bis auf 0,004 Mm. gesunken; die dunkelen Ränder, der optische Ausdruck des Nervenmarks, bis auf äusserst schmale Säume geschwunden[1]), die Primitivscheide reichlicher mit Kernen besetzt, der Axencylinder auf ein schmales, das Neurilemm fast allein ausfüllendes Band reducirt. Glatte, gelatinöse, scheidenlose Fasern sind mir in dieser Strecke nicht aufgestossen. Da-

---

1) Schon Ludwig (Müll. Arch. 1848 S. 141) bemerkt, dass die Primitivröhren der Herznerven meist zu den einrandigen, lange Zeit durchsichtig bleibenden gehören, und dass sie nach ihrem Eintritt in das Herz, d. h. bei der Auflösung in Endfäden, die in die Muskeln sich einsenken, die Neigung haben, varicös zu werden.

neben kommen auch breite Fasern vor, ganz von derselben Beschaffenheit, wie in den rami cardiaci; ihre Menge nimmt aber sichtlich ab, je mehr die Scheidewandnerven die zahlreichen in ihren Verlauf eingebetteten oder ihnen seitlich anhängenden Ganglien durchsetzt haben, und jenseits der Atrioventricularganglien, wo die Scheidewandnerven sich in eine Menge für das Fleisch der Herzkammer bestimmter Zweige auflösen, scheinen breite dunkelrandige Fasern gar nicht mehr vorhanden zu sein; hier finden sich, wie an den Endzweigen der Herznerven überhaupt, vielmehr nur die erwähnten schmalen, in ihren Durchmessern selbst bis auf 0,003 Mm. verjüngten Fäden, an denen eine Unterscheidung von Hülle und Mark nicht zu machen ist, die in der That nackte Axencylinder zu sein scheinen. Der Habitus dieser Nerven, sowohl ihrer kleinen Stämmchen, wie ihrer Primitivfäden, verglichen mit dem Ansehen und der Beschaffenheit der rami cardiaci, ist ein ganz anderer geworden. Die ersteren können daher nicht directe Fortsetzungen der letzteren sein; es muss vielmehr irgend eine vermittelnde Einrichtung bestehen, welche die ganz unleugbare Uebertragung von Erregungszuständen der rami cardiaci auf die in das Herzfleisch eintretenden Nervenfäden ermöglichte. Als solche Einrichtung ist aber kaum etwas anderes denkbar, als die Einlagerung von Zellen zwischen die in physiologischer Verknüpfung befindlichen Systeme von Nervenfasern, und es drängt daher schon die verschiedene Beschaffenheit dieser Elemente im Verlaufe der Herznerven zu der Ueberzeugung, dass die Fasern der rami cardiaci in den Ganglien des Herzens ihr Ende erreichen, dass diese Endigung wahrscheinlich successive in der ganzen Kette der Ganglien von dem grossen Vorhofsganglion bis zu den Atrioventricularganglien hin sich vollzieht, dass sie jedoch erst in den letzteren ihren vollständigen Abschluss findet, und dass demnach die in die Herzmuskulatur selbst sich einsenkenden Fasern von den Herzganglien abzuleiten sind, also dem sympathischen System angehören.

Zu demselben Resultat gelangt man, wenn man die rami cardiaci in Bezug auf ihre Stärke und die Zahl der in ihnen enthaltenen Elemente mit den weiterhin ins Herz sich einsen-

kenden und in seinem Fleische endenden Nerven vergleicht. Selbstverständlich kann hier nur von einer approximativen Schätzung die Rede sein; aber die gewonnenen Zahlen genügen durchaus zur Begründung einer sicheren Ueberzeugung. Auf zwiefache Weise lässt sich ein solcher erlangen; zuerst werden die verschiedenen Stämmchen der hierbei in Betracht kommenden Nerven gemessen. Dazu wird das ganze System der Nerven des Froschherzens von den rami cardiaci an bis zu den Zweigen der Atrioventricularganglien möglichst sorgfältig herauspräparirt. Dieser Theil der Aufgabe wird wesentlich erleichtert, wenn zu den frischen mit Wasser benetzten Theilen ein Tropfen Essigsäure hinzugefügt wird. Von den dadurch aufgequollenen und durchscheinend gewordenen Muskel- und Bindegewebeparthien lassen sich die undurchsichtig bleibenden Nerven leicht als weisse Bündelchen unterscheiden. Trotzdem und ungeachtet der Anwendung der Loupe wird es kaum zu vermeiden sein, dass die Präparirnadel einen oder den anderen der feinen Zweige mitnimmt, die auf dem venösen Sinus, der Vorhofsscheidewand, oder dem Ventrikel, von der Hauptbahn dieser Nerven ausgesendet werden. Wenn nichtsdestoweniger ein Uebergewicht der abgehenden Aeste über die bekanntlich nur in der Bahn der rami cardiaci erfolgende Zufuhr sich ergeben sollte, so wird dies Resultat um so unbedenklicher angenommen werden dürfen. Um die cylindrische Form der zu messenden Nervenstämmchen durch den Druck des Deckblättchens nicht zu alteriren, wurde letzteres durch ein paar Papierstreifen gestützt. Bei der Messung selbst, die stets mit dem Glasmikrometer eines Hartnack'schen Instrumentes ausgeführt wurde, ward die in Folge der Essigsäureeinwirkung halbdurchscheinende Nervenscheide sorgfältigst ausgeschlossen, und die Mikrometerlinie auf den dunkelen und scharf markirten Rand der unzweifelhaften Nervenfasern eingestellt. Von den zahlreichen Maassen, die ich auf diese Weise gewonnen habe, will ich nur die von einem besonders wohlgelungenen Präparate hergenommenen hier anführen. Der ramus cardiacus der rechten Körperseite hatte einen Durchmesser von 0,18 Mm., auf der

linken Seite, wo er immer stärker ist, von 0,20 Mm.[2]) Aus der an ihrer Vereinigungsstelle befindlichen Ganglienmasse gingen zwei Zweige für den Hohlvenensinus hervor, die 0,02 und 0,04 Mm. stark waren, und von denen letzteres sich alsbald in zwei neue Aeste von je 0,03 Mm. Durchmesser theilte. Von den beiden Scheidewandnerven maassen unmittelbar nach ihrem Austritt aus dem gangliösen Hauptplexus der vordere schwächere 0,20, der hintere stärkere 0,22 Mm. Jeder derselben sendete mehrere Zweige in das Septum, die bei dem vorderen Nerven 0,03 und zweimal 0,02, bei dem hinteren 0,04 und zweimal 0,02 Mm. dick waren. Wird aus diesen Durchmessern, unter der Voraussetzung, dass die Nervenstämmchen im Allgemeinen drehrund sind, die Fläche des Querschnitts der betreffenden Nerven berechnet, so ergeben sich folgende Zahlen:

ram. card. dext.	0,0254 □Mm. —	ram. card. sin.	0,0314 □Mm.
rami ad sin. ven.	0,003	rami ad sin. ven.	0,0029
nerv. ant. septi	0,0314	nerv. post. septi	0,0380
rami ejusdem	0,0026	rami ejusdem	0,0019
	0,037 □Mm.		0,0428 □Mm.

Das schon hiernach ganz entschiedene Uebergewicht der Summe sämmtlicher Zweige der rami cardiaci über diese Stämmchen selbst würde noch weit beträchtlicher werden, wenn die zahlreichen aus den Atrioventricularganglien in das Ventrikelfleisch eintretenden Nerven hierbei mit in Rechnung gezogen werden könnten. Dies musste jedoch ganz unterbleiben, weil diese nach allen Seiten ausstrahlenden und mit dem Fleisch der sogenannten Atrioventricularklappen aufs innigste sich durchflechtenden Fäden nicht ohne Verlust präparirt werden können, und überdies durch die eben deshalb ganz unvermeidliche Zerrung und Dehnung eine Aenderung ihrer ursprünglichen Durchmesser erleiden, die jede messende Bestimmung durchaus unzuverlässig macht. Man wird indessen schon durch das An-

---

2) Unter den etwa 200 Froschherzen, die ich bei diesen Studien über die Nerven derselben genauer untersucht habe, ist mir nur zweimal der Fall vorgekommen, dass drei Vaguszweige in den grossen gangliösen Plexus eintraten, indem der ram. card. sinister sich schon hoch oben in zwei Aeste gespalten hatte.

geführte vollkommen berechtigt zu dem Ausspruch, dass in den rami cardiaci nicht alle zum Eintritt in das Herzfleisch bestimmten Nervenfasern enthalten sein können, dass daher mindestens ein Theil derselben im Verlaufe dieser Herzzweige seine Ursprungsstätte haben muss, und dass in solcher Beziehung die Herzganglien besondere Beachtung verdienen. — Ein Entspringen neuer Nervenfasern in diesen Ganglien glaubte ich indessen nicht allein durch Messung der ein- und austretenden Nerven, sondern auch durch directe Zählung der in den betreffenden Nervenbündeln enthaltenen Elemente darthun zu können. Ich kann nicht umhin, hierbei daran zu erinnern, dass auch Deiter's (Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von M. Schultze, 1865, S. 180) es als höchst wahrscheinlich hervorhebt, dass überall, wo Nerven mit Zellenmassen in Verbindung treten, die ein- und austretenden Fasern sich numerisch nicht entsprechen. Um hierfür feste Anhaltpunkte zu gewinnen, suchte ich Querschnnitte der rami cardiaci und der Scheidewandnerven zu erlangen, nachdem diese Theile vorher durch Chromsäure gehärtet, mit Karmin tingirt, und zwischen zwei Scheiben erhärteter Hirnsubstanz befestigt waren, um durch diese Unterlage und Handhabe schnittfähig gemacht zu werden. Bei mikroskopischer Untersuchung hoffte ich an solchen Querschnitten ausser der Zahl der in ihnen enthaltenen Primitivfasern auf verschiedenen Strecken ihres Verlaufs auch Alterationen in dem Charakter derselben bestimmen zu können, indem namentlich Unterschiede in der Breite der Nervenfasern sich auf diesem Wege bekanntlich mit grosser Sicherheit feststellen lassen. Indessen hat es mir bisher nicht gelingen wollen, in der angedeuteten Weise von den fraglichen Nervenstämmchen zu weiterer Verwerthung geeignete Präparate zu erlangen, und ich fand keinen Grund, dieser Untersuchungsmethode noch mehr Zeit zu opfern, da die wiederholte Messung der ganzen in Rede stehenden Nerven mir bereits ganz unzweideutige Ergebnisse geliefert hatte.

Die Zweige des Vagus erfahren also auf ihrem Wege durchs Herz eine Vermehrung der Zahl ihrer Primitivfasern,

und eine succesive Aenderung in dem Character derselben; dass neue Nervenfasern nicht anders als von Zellen entspringen, braucht gegenwärtig nicht mehr bewiesen zu werden. Eine bleibende[1]) Alteration in dem Character der Nervenfasern kommt allerdings kurz vor oder unmittelbar an ihrem Ende ganz regelmässig vor. Wenn aber in den Zweigen der Herznerven in längeren Strecken Elemente verlaufen, die in den eintretenden Nerven nicht nachweisbar waren, so müssen eben diese die neuentstandenen Fasern sein, welche die Besonderheiten ihres Charakters von ihrem Ursprunge an auf ihrem weiteren Wege beibehalten, und wenn schliesslich alle für das Herzfleisch bestimmten Fasern von den in die Herznerven eintretenden Elementen verschieden sind, so müssen sie alle als neu entstandene bezeichnet werden. Findet nun, wie bei den Experimenten über Hemmungswirkungen ganz unzweifelhaft geschieht, ein Einfluss jener von aussen an das Herz herantretenden Nerven auf diese neu entstandenen Fasern Statt, so kann diese Verknüpfung nicht anders als mittelst Ganglien zu Stande kommen. In den Herzganglien werden demnach nicht nur neue Nervenfasern entspringen, sondern auch die von aussen dem Herzen zugeführten Nerven enden. Diese Endigung wird hier wie an anderen Orten wahrscheinlich nicht ohne erhebliche Aenderung in dem Habitus der Nervenfasern stattfinden, und man darf daher erwarten, dass die zu der Zelle hinantretende Faser sich von der von ihr abgehenden deutlich unterscheiden werde.

Für eine in diesem Sinn zu unternehmende Untersuchung der Nerven des Froschherzens giebt es, da Ludwig's Andeutungen hierüber (Müll. Arch. 1848, P. 139—143), in eine weit

1) Courvoisier's Uebergangsfasern„ d. h. Fasern im sympathischen Grenzstrange, die abwechselnd breit und markhaltig, und dünn und nahezu marklos sind, kann ich nicht anders als für die längst bekannten Producte der Zerrung bei der Präparation halten. Im vorliegenden Fall kann ich dergleichen Formen um so weniger für ursprüngliche ansehen, als von den Nerven des Frosches die dicht anliegenden Muskelelemente auch bei der grössten Vorsicht nicht ohne mehrfache Dehnung sich entfernen lassen.

frühere Periode fallen, eigentlich nur eine bemerkenswerthe Vorarbeit; es ist der schon erwähnte Artikel von Beale nebst den Fig. 41 u. 42 der demselben beigegebenen Tafeln. Aus der von dem Verf. selbst zusammengestellten Uebersicht der von ihm gewonnenen Resultate interessiren uns für die vorliegende Frage nur die Sätze, dass apolare und unipolare Nervenzellen nicht existiren, dass alle Nervenzellen mit mindestens zwei Fasern in Verbindung stehen, dass in manchen Ganglien des Frosches grosse birnförmige Zellen vorkommen, von deren dünnerem Ende zwei Fasern ausgehen, eine gerade mit dem Centrum des Zellenkörpers zusammenhängende, und eine oder mehrere Spiralfasern, welche von der Peripherie des letzteren entspringen und spiralig um die gerade Fiber sich winden; dass diese zwei Fasern in entgegengesetzter Richtung weitergehen, so dass manche Fasern sicherlich in centraler Richtung verlaufen, obgleich es ausserordentlich schwierig ist, eine einzelne Faser eine längere Strecke hindurch in einem Nervenstamm zu verfolgen; dass die Ganglienzellen des Frosches mit „dunkelrandigen" wie auch mit „feinen" Fasern verbunden sind, und dass sowohl die geraden, wie die spiraligen Zellenausläufer mit dunkelrandigen Nervenfasern zusammenhängen. Je bedeutungsvoller diese Ergebnisse für die Physiologie der Herznerven, wie für die Histologie des Nervensystems im Allgemeinen und des Gangliensystems im Besonderen zu werden versprechen; um so mehr ist zu bedauern, dass Beale über die von ihm angewendete Präparationsweise der untersuchten Objecte gar nichts Näheres angegeben hat, und dass die von ihm gebrauchte microscopische Vergrösserung weit über das sonst übliche Maass hinausgeht. Ein Fortarbeiten auf dem von ihm eröffneten Wege war daher kaum möglich, vielmehr musste von anderer Seite her selbstständig in dieses Gebiet eingetreten werden. Dieses ist in erfolgreichster Weise und gleichzeitig mit Beale von J. Arnold geschehen (Virch. Arch. Bd. 28. S. 433 u. Bd. 32 S. 1, aus den J. 1863 u. 1866), dessen Untersuchungen an der Froschlunge ihren Anfang nahmen, und schon hier zu der Vermuthung führten, dass die von ihm sogenannten „gangliösen Glocken-Apparate" den Ursprung

sympathischer Nervenfasern aus dunkelrandigen Nerven vermitteln und vielleicht auch eigenthümliche Leistungen in der Leitung des Nervenorgans übernehmen. Schon in der ersten der genannten Mittheilungen (S. 471) wird übrigens ein ähnliches Verhältniss auch den Nervenstämmen im Septum der Vorhöfe vindicirt, und in der zweiten wird es als eine allgemeine Eigenthümlichkeit der Ganglienkörper im Sympathicus des Frosches hervorgehoben, dass es apolare Ganglien nicht giebt (S. 37), dass in jeden solchen Körper vielmehr eine schmale dunkelrandige Faser eintritt, um in dem Kernkörperchen zu endigen, und dass von letzterem Fortsätze ausgehen, die schliesslich die Spiralfaser bilden, welche in entgegengesetzter Richtung wie die zutretende Faser weiter verläuft. — Zu dem gleichen Ergebniss gelangten auch Kollmann und Arnstein (Zeitschrift f. Biologie) Bd. II., 1866, S. 271), die zwar die Ganglienzellen im Sympathicus des Frosches im Allgemeinen betrachten, aber auch die „Zellenhaufen und Nervenzweige der frei präparirten Vorhofsscheidewand“ erwähnen. Auch diese Beobachter weisen die apolaren Zellen ganz zurück, halten das Vorkommen bipolarer Zellen (im Sinne Beale's u. Arnold's) und multipolarer für ein allgemeines; lassen die characteristisch verschiedenen Fortsätze der bipolaren Kugeln in entgegengesetzter Richtung aus einander gehen, und betrachten die gerade, breitere und im Kernkörperchen endende Faser als die zutretende, die dünne Spiralfaser dagegen als die aus dem Protoplasma der Ganglienzellen entspringende.

Wenn man auch absieht von den weiteren Ausführungen, die diese Angaben durch Courvoisier (M. Schultze Arch. für microscop. Anatom. Bd. II) erfahren haben, und von der Verallgemeinerung derselben auf alle Wirbelthierklassen, so würden schon die angedeuteten in sehr übereinstimmender Weise geschilderten Verhältnisse der Herznerven des Frosches manchen der oben erwähnten Postulate in sehr befriedigender Weise entsprechen. Giebt es keine apolare Nervenzellen, steht jede Zelle mit Nervenfasern in Verbindung, so scheint die grosse Menge dieser kugeligen Elemente, die den ganzen Verlauf der rami card. von dem gangliösen Plexus bis zu den

Atrioventricularganglien begleiten, vollkommen ausreichend, um für jede Faser der Herzzweige des Vagus den Uebergang in eine solche Zelle zu ermöglichen. Von den zwei mit jeder Zelle zusammenhängenden und in entgegengesetzter Richtung verlaufenden Fasern wäre die eine demnach als Ende der vom cerebralen Centrum kommenden, die andere als neuentstandene zur peripherischen Ausbreitung in dem Herzfleisch bestimmte Faser anzusehen; und es wäre nur zu entscheiden — was die bisherigen Beobachter keineswegs näher begründet haben — ob wirklich die gerade Faser als zuleitend zu den Ganglien, die spiralige als von derselben fortleitend anzusehen ist. Die Aenderung in dem Character der Fasern wäre durch die in ihrem Verlauf eingebetteten Ganglien ebenfalls verständlich, und es bliebe nur noch die erwähnte Vermehrung der Nervenfasern anatomisch zu erklären übrig; Alles also wies darauf hin, die Herzganglien des Frosches einer abermaligen Prüfung zu unterziehen, um hier, wo es am ehesten zu finden sein dürfte, das anatomische Verständniss der Hemmungswirkungen zu suchen.

Was die Methoden betrifft, die ich bei dieser Untersuchung angewendet habe; so bin ich nach mehrmaligen Versuchen schliesslich bei dem von Arnold empfohlenen Verfahren stehen geblieben. Die successive Anwendung verdünnter Essigsäure von 0,2% und von Chromsäure von 0;0005% hat sich mir am nützlichsten erwiesen, und ich kann nicht umhin vor stärkerer Concentration namentlich des erstgenannten Reagens zu warnen. Die Aufquellung der bindegewebigen Hüllen und sonstigen Nachbarn der Nervenzüge kann durch concentrirte Essigsäure allerdings befördert, ihre Beseitigung erleichtert und ein Auseinanderweichen der dicht gedrängten Ganglienkörper, was eine ganz unerlässliche Vorbedingung zur Ermittelung ihres Verhältnisses zu den Nervenfasern ist — beschleunigt werden. Aber eine zu starke und zu rasche Aufquellung der Scheide der Ganglienkörper und der lichten Masse zwischen ihr und dem Axencylinder, in welcher die Spiralfaser liegt, kann letztere bis auf undeutliche Reste oder bis zur völligen Unkenntlichkeit verändern, und bringt eben so schnell eine Zerklüftung der

der Ganglienzelle bis zur Vernichtung ihres Kerns, und damit auch einen Verlust des Fadennetzes herbei, aus dem die Spiralfaser zum Theil wenigstens abzuleiten ist. Bei Anwendung der erwähnten Verdünnung dagegen werden die bemerkten Nachtheile gewöhnlich vermieden, ohne die gerühmten Vortheile der Essigsäurebehandlung zu schmälern. Ich habe gewöhnlich nach Eröffnung des linken Vorhofs die ganze Herzscheidewand sammt ihren Nerven, und die anhängenden oberen Hohlvenen nebst den anliegenden rami card. im Zusammenhange herausgeschnitten, auf einer Glasplatte mit jener diluirten Essigsäure benetzt, und die letztere gewöhnlich $^1/_2$—1 Stunde einwirken lassen[1]) etwa so lange als mit Nadeln unter der Lupe die anhängenden Theile von den Nerven entfernt wurden. Man muss bei dieser Präparation nicht allzu sorgfältig sein, weil mit vollständiger Wegnahme aller dem gangliösen Plexus und den Scheidewandnerven anhängenden Fetzen nur zu leicht die äusserlich ansitzenden und etwas hervorquellenden Ganglienkörpergruppen entfernt werden, die die ergiebigste Fundgrube für die Erkenntniss der wahren Natur der scheinbar unipolaren Nervenzellen sind. Die Präparate wurden dann in die Chromsäurelösung gethan, und in der Regel schon in den nächstfolgenden Tagen weiter benutzt. Dass eine mehr als dreitägige Einwirkung dieser Flüssigkeit die zu untersuchenden Theile irgend wie beeinträchtige, habe ich nicht bemerkt; ich habe im Gegentheil meine Präparate gerade in dieser Flüssigkeit und mit Zusatz von etwas Glycerin ohne festen Verschluss nur mit einem Glasplättchen bedeckt monatelang aufbewahrt, und sie schliesslich nicht sowohl durch die Einwirkung jener Reagentien zu Grunde gehen sehen als vielmehr durch die wiederholten Manipulationen, denen ich sie unterwarf, um die bezüglichen Theile in verschiedene Lagen zur Anschauung zu bringen. Nach vorange-

1) Arnold empfiehlt (S. 44) die verdünnte Essigsäure nur 4—5 Minuten einwirken zu lassen; wenn hier nicht ein Druckfehler vorliegt, so muss ich bemerken, dass ich eine so flüchtige Berührung für ungenügend befunden habe, während selbst eine mehrstündige Einwirkung der in dem angegebeneu Maasse verdünnten Essigsäure ohne Nachtheil ertragen wird.

gangener Einwirkung der Chromsäure habe ich die Präparate mit Karmin tingirt; auch hierbei scheint ein gewisses Verhältniss eingehalten werden zu müssen; etwa ein Tropfen der gesättigten Karminlösung auf 2 C.C. der Chromsäuresolution. Eine stärkere Tinction erschwert nicht allein den Einblick in das Innere der allzu dunkel gefärbten Ganglienkörper, sondern scheint auch destruirend auf dieselben zu wirken. Dies ist ohne Zweifel Folge des freien Ammoniaks, denn auch Arnold bezeichnet die Alcalien als „unter allen Verhältnissen vollkommen unbrauchbar" (S. 42). — Wenngleich die erwähnte Behandlung der Herznerven mir Objecte lieferte, die mehrfachen Aufschluss über die vorhin angedeuteten Fragen gewährten, so habe ich doch auch andere Methoden nicht unversucht gelassen, und namentlich das neuerdings vielfach empfohlene Goldchlorid in Gebrauch gezogen. Die von Cohnheim (Virch. Arch. Bd. 38, S. 346 u. 49) empfohlene und auch von Kölliker (Geweblehre, 5. Aufl. S. 331) zur Untersuchung des Sympathicus des Frosches angewendete 0,5% Lösung dieses Metallsalzes tingirt die Nervenelemente allerdings in sehr intensiver Weise, bringt aber zugleich eine so bedeutende Starre derselben hervor, dass sie wohl schnittfähig werden mögen, aber zu der hier unerlässlichen Ausbreitung mittelst Nadeln ganz ungeeignet sind. Ja selbst die Anwendung der nach Cohnheims Angabe für die Nervenelemente ausreichenden 0,1% Lösung, bedingt eine so bedeutende Brüchigkeit der damit behandelten Gebilde, dass der Gebrauch der Präparirnadel durchaus ausgeschlossen wird. Während ich daher damit beschäftigt war, allmählig zu schwächeren Lösungen herabzugehen, veranlasste mich die Mittheilung Gerlach's (Centralbl. f. d. medic. Wissensch. 1867, Nr. 24) sofort eine 0,0001% Verdünnung zu versuchen. Es stand mir eine in dem hiesigen chemischen Laboratorium von C. Schmidt selbst bereitete 1% Goldchloridlösung zu Gebote; 0,1 C.C. derselben, mit einer calibrirten Pipette abgemessen, und also 0,001 grm. des Präparates enthaltend, wurde mit 10 grm. destillirten Wassers vermischt. Die von Cohnheim angerathene Ansäuerung der Goldlösung mittelst Essigsäure habe ich im Verlaufe meiner

Versuche endlich weggelassen, theils um den oben angedeuteten Nachtheilen einer längeren Einwirkung der Essigsäure zu entgehen, theils auch weil mein Goldpräparat in der mir übergebenen Lösung schon an sich eine entschieden saure Reaction hatte. Selbst in der angegebenen Verdünnung war eine Einwirkung auf blaues Lacmuspapier noch unverkennbar, die Flüssigkeit hatte zugleich einen äusserst schwachen kaum noch erkennbaren gelblichen Ton angenommen. Nach 10—12stündigem Verweilen in derselben, wie Gerlach es empfohlen, waren frische Nervenpräparate nicht allein tiefblau gefärbt, sondern die Tinction erstreckte sich auch auf benachbartes Bindegewebe und anhängende Muskelfetzen, so dass die histologische Unterscheidung keinesweges erleichtert wurde. Ueberdies hatte diese so sehr verdünnte Goldlösung den organischen Theilen eine so bedeutende Brüchigkeit ertheilt, dass ihre weitere Bearbeitung ganz unthunlich wurde. Bei nur 6stündigem Verweilen in der erwähnten Verdünnung, trat die karminrothe Färbung der Nervenbündel allerdings sehr schön hervor, und die Primitivfasern waren nur hellroth tingirt. Stärkere Anhäufungen des Protoplasma jedoch, wie sie in den Nervenzellen sich darbieten, erschienen auch jetzt noch durchweg blauschwarz, so dass in ihre innere Beschaffenheit gar keine Einsicht gewonnen werden konnte. Auch hier war ausserdem eine so bedeutende Brüchigkeit aller Gewebtheile eingetreten, dass sie selbst bei vorsichtigster Behandlung in lauter kleine Fragmente zertrümmert wurden. Nach diesen Erfahrungen ging ich zu einer noch stärkeren Verdünnung der 1 % Goldchloridlösung über; ich vermischte 0,05 C. C. derselben, in denen nur 0,0005 grm. Goldchlorid enthalten waren, mit 10 grm. dest. Wassers, ich hatte also eine nur 0,00005 % Lösung vor mir, die keine Spur mehr von gelblicher Tinction zeigte. Auch diese Flüssigkeit hatte hineingelegten Nervenstückchen in 6 Stunden eine graue Färbung ertheilt oder sie lila tingirt. Bei darauf folgender Aufbewahrung in schwach mit Essigsäure angesäuertem Wasser nahmen die Bündel der Herznerven eine roth-violette Färbung an, und zeigten bei microscopischer Untersuchung Primitivfasern mit bald roth bald bläulich tingirtem

Inhalt, ohne dass sich jedoch nach dieser Verschiedenheit der Farbe ein Unterschied zwischen Nervenmark und Axencylinder constatiren liess. Die Primitivscheide schien ungefärbt. Die Nervenzellen waren zwar auch jetzt noch meistens recht dunkelblau, indessen waren Kern und Kernkörperchen, so wie mitunter auch das von letzterem ausgehende Fadennetz recht wohl zu unterscheiden. Ganz beständig fand übrigens beim Aufbewahren der Präparate in Glycerin ein beträchtliches Nachdunkeln statt, was bald förderlich war, insofern es z. B. den Zusammenhang der geraden Faser mit der Zelle deutlicher erkennen liess, bald aber auch störend wirkte, indem die innere Beschaffenheit der Zellen ganz unkenntlich wurde. Um diesem Uebelstande vorzubeugen, der übrigens bei Einwirkung der athmosphärischen Luft schneller auftritt und tiefer eindringt, als wenn die Präparate in dem ungesäuerten Wasser liegen bleiben, und um die Präparate länger brauchbar zu erhalten, empfiehlt sich daher ein noch kürzeres Verweilen derselben in Goldlösung, und ich habe gefunden, dass schon eine halbstündige Einwirkung derselben bei so feinen Objecten wie die Herznerven des Frosches, am günstigsten wirkt. Bei Anwendung der von Cohnheim empfohlenen 0,5% Lösung finde ich in Bezug auf das vorliegende Untersuchungsobject, dass schon ein momentanes nur ein paar Male wiederholtes Eintauchen derselben in jene Flüssigkeit bei nachfolgender Aufbewahrung in ungesäuertem Wasser die characteristische Färbung zu Wege bringt. Durch so kurzdauernde Einwirkung oder so starke Verdünnung der Goldlösung werden die organischen Gewebe freilich weder in Farbe noch in Consistenz verändert; aber in dem angesäuerten Wasser ist nach 1—2 Stunden die schöne rothe Färbung derselben vollkommen ausgebildet. In reinem destillirten Wasser bleibt dieser Erfolg aus; stärkere Ansäuerung des Wassers befördert denselben, hat aber die oben erwähnten Nachtheile im Gefolge; ich habe eine 0,05% Essigsäure am Vortheilhaftesten gefunden. Besonders wichtig aber ist, dass bei der zuletzt erwähnten Verdünnung des Goldpräparates die Nervenfasern biegsam genug bleiben, um mittelst Nadeln sich zerlegen und isoliren zu lassen. Ich muss daher

zur Untersuchung der Nerven eine nur 1/20000 enthaltende Goldchloridlösung für die geeignetste halten; ja es dürfte mit Rücksicht auf das unverkennbare Nachdunkeln der davon imprägnirten organischen Theile selbst eine noch diluirtere Mischung vorzuziehen sein. Ein Uebelstand zeigt sich freilich bei Anwendung der sehr verdünnten Lösungen: sie durchdringen nicht die ganze Dicke der zu untersuchenden Gewebsstücke. So habe ich öfters gefunden, dass der N. ischiad. des Frosches, auch wenn er ringsum geröthet, ja violett und selbst dunkelblau erscheint, in seinem Innern ganz ungefärbte Primitivfasern beherbergt. Auch in dem System der Herznerven, wenn es der Einwirkung des Reagens ausgesetzt war, fanden sich zuweilen ganz ungefärbte Zellen. Dass dies nicht von einem Verbrauch der geringfügigen Menge des Goldpräparats bedingt sei, lehrt die Erfahrung, dass dieselbe Flüssigkeit, aus der so unvollständig tingirte Präparate hervorgegangen waren, ein aufs Neue hineingethanenes Nervenstück an seiner Oberfläche doch wieder violett-blau färbte. Es scheint die Imprägnation der Oberfläche eines Gewebtheiles mit der Metalllösung und die dabei stattfindende Reduction ein Hinderniss für das Eintreten neuer Quantitäten des Goldpräparates abzugeben. Ausserdem schützt auch die gegen das Gold weniger empfindliche bindegewebige Hülle eines Nerven die im Innern desselben gelegenen Elemente vor der Einwirkung des Mittels. Wenigstens zeigten sich bei Anwendung der schwächsten Lösung auf Segmente aus dem ganzen Ischiadicus die Querschnitte, an denen die Nervenelemente frei lagen, wohl tingirt, so dass die Färbung mit abnehmender Intensität 0,3 bis 0,5 m. m. tief eindrang, während der Mantel des Nervencylinders ganz ungefärbt geblieben war. Dnrch Ausbreitung eines solchen Nervenstückes in seine Elemente traten Primitivfasern zu Tage, die an ihren beiden Durchschnittsenden die bezeichnete Färbung darboten, während die dazwischen liegende Partie durchaus ungefärbt erschien. In Bezug auf das Verhalten der Bindesubstanz gegen das Goldpräparat muss ich zwar Cohnheim beistimmen, dass die festeren und derberen Formen derselben unempfindlich gegen das Goldsalz sind, so dass, wie bemerkt, die Nerven-

scheide in der Regel ungefärbt bleibt; besonders gilt dies von der Grundsubstanz, während die eingebetteten Kerne und Zellenreste sich färben. Dagegen finde ich, dass die lockeren Arten der Intercellularsubstanz, wie sie nach dem Aufquellen in Essigsäure sich darbieten, ganz regelmässig hellblau tingirt werden, und häufig auch neben dieser diffusen Färbung von einem feinkörnigen Niederschlage bestäubt erscheinen. Was Cohnheim (a. a. O. S. 352 Anm.) als Ausnahme bezeichnet, habe ich unter den genannten Bedingungen beim Frosch als Regel beobachtet. Auch Gerlach (Centralblatt 1867 Nr. 25, S. 385) hebt die hellblaue Färbung der Bindesubstanz im Gegensatz zu der dunkelvioletten der Nervenfasern hervor. Bezeichnend für die chemische Differenz zwischen Bindesubstanz und Nervengewebe ist der Umstand, dass die Intercellularsubstanz des ersteren die Stufe der Röthung gar nicht durchzumachen scheint, sondern sobald sie der färbenden Einwirkung des Goldsalzes unterliegt, sogleich blau erscheint. Auch tritt der Zeit nach diese Veränderung des Bindegewebes später auf als die Tinction der Nervensubstanz. Wenn die Herznerven des Frosches bereits lebhaft geröthet sich zeigen, sind die Fetzen anhängenden Bindegewebes noch farblos und nehmen mitunter ganz plötzlich während des Bearbeitens auf dem Objectglase die bläuliche Tinction an, wodurch ihre Entfernung mit der Präparirnadel wesentlich erleichtert wird. Ich führe dieses Alles übrigens nur an um darzuthun, dass ich lange und vielfach bemüht gewesen bin auch mit Hülfe des Goldchlorids eine Einsicht in die Verhältnisse der Herzganglien zu gewinnen, denn nennenswerthe und ihm eigenthümliche Erfolge habe ich diesem Mittel nicht zu verdanken. — Noch weniger hat mir der Silbersalpeter genützt, zu dessen Anwendung die Empfehlung Courvoisier's um so mehr auffordern musste, als schon vorher Frommann (Virch. Arch. Bd. 31 S. 129 und Bd. 32 S. 231) mit Hülfe desselben an Nervenzellen aus dem Rückenmark wie aus Spinalganglien zahlreiche aus Kern und Kernkörperchen entspringende Fäden, sowie Längsstreifung der Zellenausläufer und Querstreifen der Axencylinder nachgewiesen hatte. Ich habe mich in dem Gebrauch dieses Reagens genau an die mehrfach gegebenen

Vorschriften gehalten. Es kam nur eine 0,1—0,2 % Lösung zur Anwendung; die zu untersuchenden Theile — das möglichst rein unter Anfeuchtung mit schwach angesäuertem Wasser herauspräparirte und darauf in destill. Wasser abgespülte System der Herznerven — wurde auf wenige Minuten in die Lösung getaucht, abermals abgespült, und dann entweder sogleich oder nach vorheriger Behandlung mit diluirter Kochsalzlösung unter Glycerin gebracht und der Einwirkung des Lichts ausgesetzt. Die Nervengebilde waren bald durch eine lichtbraune Färbung ausgezeichnet; doch machte es einen ganz unverkennbaren Unterschied, ob die Einwirkung der Kochsalzlösung stattgehabt hatte oder nicht. Die Präparate waren hiernach nämlich mit einem feinkörnigen Niederschlage bedeckt, der im Innern der Ganglienkörper besonders stark angehäuft war, aber auch in der Intercellularsubstanz nicht fehlte, — oder die gelbbraune Tinction trat ganz rein und ohne diesen moleculären Beschlag auf. Ich glaube dies darauf beziehen zu müssen, dass in dem einen Falle neben der Anziehung des Silbersalpeters durch die eiweissartigen Gewebeelemente, und der Braunfärbung durch das albuminsaure Silber (His in Virch. Arch. 1861, Bd. 20, S. 208) zugleich die Bildung unlöslichen Chlorsilbers erfolgt war, während im anderen Fall das letztere fehlte. Wie dem aber auch sei, so habe ich keineswegs gefunden, dass in Betreff der Herzganglien die Spiralfaser und das Fadennetz, aus dem sie hervorgeht, und deren Darlegung mir besonders wichtig war, auf diesem Wege leichter und sicherer zur Ansicht gebracht werden können; ich muss im Gegentheil bekennen, sie bei dieser Methode niemals zu Gesicht bekommen zu haben. Ebenso ist es auch Fräntzel bei Untersuchung sympathischer Ganglienzellen des Frosches mit dem Silbersalpeter ergangen (Virch. Arch. 1867, Bd. 38 S. 552. Ich kehrte daher nach diesen zeitraubenden Excursen in das Gebiet der Versilberungs- und Vergoldungsmethoden zurück, zu dem von J. Arnold empfohlenen Verfahren mit nachfolgender Karmintinction. — Wenn Kollmann und Arnstein (a. a. O. S. 272) alle Reagentien verwerfen, und das Isoliren der Ganglienelemente unter humor aqueus oder Eiweiss

empfehlen, so ist nicht zu leugnen, dass man in glücklichen Fällen auch auf diesem Wege recht befriedigende Präparate erlangen kann, deren richtige Deutung jedoch wohl nur durch die vorher und durch andere Mittel gewonnene Bekanntschaft mit diesem histologischen Detail möglich wird. Wie hätte sonst bei den unzähligen über die Ganglienzellen des Frosches gesammelten Erfahrungen ein ganzes Menschenalter vergehen können, ehe das Verhältniss derselben zu den Nervenfasern, soweit es heute geschieht, constatirt werden konnte. Auch Küttner hätte die von ihm gesehene Zweitheilung des einfachen Zellenfortsatzes gewiss anders aufgefasst und beurtheilt, wenn er nicht der damals allein üblichen Methode gemäss auf die Untersuchung frischer Präparate sich beschränkt hätte. Selbstverständlich wird es aber als eine ganz erwünschte Bekräftigung der unter Anwendung von Reagention erlangten Resultate anzusehen sein, wenn auch an frischen Präparaten ähnliche Verhältnisse sich nachweisen lassen.

Auf die Ganglienkörper im Verlaufe der Herznerven musste dem Obigen gemäss bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Partieen das Hauptaugenmerk gerichtet sein. Es zeigte sich nun bald, dass diese Elemente an dem fraglichen Orte in Grösse und Gestalt sehr von einander verschieden sind. Bald sind es ziemlich regelmässig kugelige, bald birn- oder keulenförmige, bald nierenförmige oder sehr in die Länge gezogene spindelförmige Körper, deren Durchmesser innerhalb der bekannten weiten Grenzen variiren. Obgleich feste Angaben in Betreff der Topographie dieser verschiedenen Formen sich nicht machen lassen, so darf doch behauptet werden, dass die rundlichen Formen in dem gangliösen Hauptplexus überwiegen, dass die ins Innere der Nervenbündelchen eingebetteten Zellen in der Regel die Spindelform darbieten, und mit ihrem längeren Durchmesser der Längsaxe des Nerven entsprechen, während die birnförmigen Gestalten sich aus den Zellenreihen hervorheben, die den Seitenrand des Nerven besäumen; letzteres Verhältniss ist schon von Beale (Fig. 42) gezeichnet, und auch von Kollmann und Arnstein (S. 272) bemerkt worden. Es

kann aber auch die wechselnde Stellung und Lagerung der Zellen Verschiedenheiten der Form bedingen; wie z. B. birnförmige Zellen, wenn sie nicht auf der Seite liegend, sondern aufrecht stehend sich darbieten, rund erscheinen. — Zur Untersuchung der Beziehungen der Zellen zu den Nervenfasern eignen sich schon wegen ihrer Lage am besten die birnförmigen Zellen. In Folge des durch die angewendete Essigsäure bewirkten Aufquellens des umgebenden Bindegewebes treten sie nämlich aus den Rändern der Nervenbündelchen hervor, so dass ihr breiteres Ende ganz frei hervorragt. Das verschmälerte Ende bleibt bald in dem Nerven stecken, bald tritt es ebenfalls so weit hervor, selbst bis 0,4 Mm. Länge, dass die verbindenden Theile vollständig übersehen werden können. Der vordere dünnere Scheidewandnerv bietet am häufigsten solche Zellen dar, die eine eingehende Betrachtung der hierüber obwaltenden Verhältnisse gestatten; doch auch der hintere Scheidewandnerv und die Ränder der gangliösen Anastomose haben mir recht instructive Bilder geliefert. Man findet hierbei zunächst, dass die Birnform nicht durchweg dem Zellenkörper selbst angehört; letzterer nimmt vielmehr nur das stumpfe Ende der Keule ein, was die auf diese Partie beschränkte Tinction durch Karmin oder Goldchlorid mit Sicherheit darthut. Er zeigt sich — zum Theil wohl eine Folge der vorangegangenen Einwirkung von Reagentien — sehr verschieden gestaltet; bald halbmond- oder sichelförmig mit der Convexität gegen das stumpfe Ende der Keule gerichtet (Fig. 1 u. 3), bald auch in Form eines abgestumpften Kegels (Fig. 5). Der letztere Fall würde den von Arnold vorgeschlagenen Namen „Glocke“ vorzugsweise rechtfertigen, besonders, wenn die in die concave Seite des Protoplasmakörpers sich einsenkende gerade Faser deutlich hervortritt, und dadurch dem Klöpfel einer Glocke ähnelt. Kern und Kernkörperchen haben in dieser Zellenmasse ebenfalls eine wechselnde Lage, bald näher am concaven Eingange der Glocke, bald mehr gegen die convexe Begrenzung derselben hin. Zu ihm lässt sich an Karminpräparaten zuweilen mit vollster Sicherheit ein Axencylinder verfolgen, der immer von der concaven Seite her die Glocke erreicht, und

ausserhalb derselben zuweilen bis über eine Strecke von 0,4 Mm. deutlich sich verfolgen lässt. Wenngleich derselbe dicht an der Zelle immer blasse Ränder zeigt, also nackt ist, so wird er doch nicht selten noch innerhalb des sogleich zu erörternden Gitterwerks schwach dunkelrandig, was auf eine dünne Markscheide bezogen werden darf. Ob er in dem Kern oder Kernkörperchen ende, muss ich dahingestellt sein lassen; durch die Zellenmasse hindurch lässt er sich gewöhnlich ohne alle Schwierigkeit verfolgen als hellrother Streifen in dem dunkler gefärbten Zellenkörper. Wichtig für die Beurtheilung des Verhältnisses, das zwischen diesem Axencylinder und dem Kern der bezüglichen Nervenzelle stattfindet, dürfte die an Vergoldungspräparaten häufig gemachte Erfahrung sein, dass der Axencylinder zwar geröthet, der Kern aber ganz ungefärbt ist, und das Kernkörperchen so dunkel erscheint, dass über die Einwirkung des Goldpräparates auf dasselbe kein Urtheil gewonnen werden kann. Fest steht jedenfalls, dass der Axencylinder in mehr oder weniger langer und deutlich zu übersehender Strecke den Körper der Ganglienzelle durchsetzt. Letztere ist überdies an ihrer Aussenfläche von einem Netzwerk dunkler Linien besetzt (Fig. 2), von denen in der Regel einige sich bis zum Kernkörperchen verfolgen (Fig. 5) und als unmittelbare Fortsetzung desselben erkennen lassen. Abgerissene und aus dem Zusammenhange mit dem übrigen Netzwerk gelöste Fäden ragen mitunter über die Grenzen des Zellenkörpers hinaus, können daher nicht als Falten, Risse und dergleichen angesehen werden, sondern charakterisiren sich eben dadurch als selbstständige Gebilde. Es ist natürlich, dass ich bei dieser Untersuchung auch Fräntzel's Angabe (Virch. Arch. Bd. 38, S. 549) von einem die Ganglienkörperkapsel auskleidenden Epithel bei Menschen und Säugethieren nicht unbeachtet gelassen habe. Ich muss aber gestehen, dass mir kein Bild vorgekommen ist, das auch nur im Entferntesten diese Deutung gestattet oder gar gefordert hätte. — Von dem die schüsselförmige Vertiefung der Zelle umgebenden Rande, und hier in ganz zweifelloser Weise von dem Protoplasma des Ganglienkörpers selbst Zuwüchse empfangend (Fig. 1), setzt sich dieses Netzwerk in

ein Gespinnst fort, das in mehr oder weniger regelmässiger Weise, mitunter in sehr scharf ausgeprägten, aber an Zahl wechselnden Spiraltouren (Fig. 2, 4) die Axencylinder wie ein lockerer Sack umgiebt, indem es am Zellenkörper dem Umfang der tellerförmigen Grube entsprechend breit ist, von da ab jedoch sich verschmälert, um sich immer enger dem Axencylinder anzuschliessen. An dem Zustandekommen der Birnform des ganzen Ganglienkörpers hat daher dieser kegelförmige Anhang oder Stiel (nach Kollmann und Arnstein) des Zellenprotoplasma einen sehr wesentlichen Antheil. An Karminpräparaten unterscheidet er sich von dem letzteren durch den Mangel einer an diesen zarten Linien wahrnehmbaren Tinction, so dass der geröthete Axencylinder inmitten eines ungefärbten Gitterwerks deutlich hervortritt. Aus dem verjüngten Ende dieses einen Hohlkegel bildenden ziemlich starren Netzwerks gehen schliesslich eine oder mehrere Fasern hervor[1]), die eine kurze Strecke noch neben dem Axencylinder hinlaufend, von ihm durch ihre geringere Breite und Anfangs nicht nachweisbare Karmintinction sich unterscheiden, fernerhin aber breiter werden, sich dann ebenfalls röthen, dem Axencylinder sehr ähnlich sich ausnehmen, und endlich von ihm sich trennen, indem sie die entgegengesetzte Richtung einschlagen. Was neben dem Axencylinder den Raum jenes Hohllagers einnimmt, ob eine tropfbare oder eine gallertartige Flüssigkeit (siehe Kollmann und Arnstein a. a. O. S. 280), ist schwer zu entscheiden, und ich will nur bemerken, dass ich nach der Behandlung mit Goldchlorid neben der rothen Färbung des Protoplasma der Nervenzelle und des Axencylinders den in Rede stehenden kegelförmigen Anhang in lichtblauer Tinction wahrgenommen habe. Eine ähnliche nur noch lichtere Färbung

---

1) Ich habe das Doppeltsein der Spiralfaser allerdings einige Male beobachtet; doch scheint dies Verhältniss in der Minderzahl der Fälle vorzukommen. Einmal habe ich mit Sicherheit sogar vier Faden aus diesem Netz hervorgehen sehen, die den Axencylinder in gestrecktem Verlaufe begleiteten; über ihr weiteres Schicksal und ihr etwaiges Verschmelzen oder Getrenntbleiben liess sich in diesem Fall nichts ermitteln. Fig 1.

zeigte sich unter solchen Umständen auch in dem Raume, der nach vorangegangener Einwirkung der Essigsäure in Folge des Aufquellens des Neurilemms zwischen diesem und der Nervenzelle nebst anhängendem Netzwerk sich bildet. Nach dem oben Bemerkten berechtigt dieser Farbenton zu der Ansicht, dass eine bindegewebige Intercellularsubstanz, durch die Essigsäure aufgequollen, nicht blos den lichten Saum einnimmt, der zwischen dem Neurilemm und dem Ganglienkörper nebst Anhang sich zeigt, sondern auch den von der Spiralfaser umfassten und von dem Axencylinder durchsetzten Raum ausfüllt. Eine eigenthümliche, dem Ganglienkörper verwandte und die Entstehung der Spiralfaser vermittelnde Substanz hier anzunehmen, wie Kollmann und Arnstein (S. 283) thun, finde ich nach der angegebenen Reaction keinen Grund. Für eine Verschiedenheit dieser Masse von der bindegewebigen Nervenscheide spricht andererseits der Umstand, dass auch an völlig nackten Ganglienkörpern, wo weder die eigentliche Zelle, noch auch dieser Anhang eine besondere Umhüllung mehr darboten, der letztere doch alle ihm sonst eigenthümlichen Verhältnisse zeigte. Diese neurilematische Hülle der Ganglienkörper ist übrigens hier ebenso wie an anderen Orten nichts anderes, als eine Fortsetzung und Ausbuchtung der Primitivscheide der Nervenfasern [1]);

---

1) Diese Ansicht habe ich bereits vor 20 Jahren ausgesprochen Beiträge zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu den Nervenfasern, Leipzig 1847, S. 21 u. ff.), weil ich an den sogenannten freien Nervenzellen eine umhüllende Membran durch kein Mittel nachzuweisen vermochte, und bei Fischen mit der vollsten Sicherheit beobachten konnte, dass, wenn die kernhaltigen Ganglienkörper scharfe Conturen darboten, diese sich continuirlich in die sogenannte Primitivscheide der Nervenfasern fortsetzte. Ich war durch diese Beobachtung und durch die darauf gegründete Darstellung der Beziehungen der Ganglienkörper zu den Nervenfasern mit den damals geltenden Ansichten in Widerspruch getreten, insofern eine Umhüllung der Ganglienkörper mit einer ihnen eigenthümlichen Zellenmembran allgemein behauptet wurde. Kölliker namentlich hatte in einer fast ausschliesslich gegen mich gerichteten Abhandlung (Zeitschr. f. wiss Zoolog. Bd. I, 1849, S. 146) meine Auffassungsweise als eine durchaus unhaltbare und unrichtige bezeichnet, und mir bemerkt, dass in damaliger Zeit jeder Mikroskopiker von Fach wissen müsste,

und mehrfach habe ich, wie es auch Kollmann und Arnstein (S. 278) gelungen ist, diesen Uebergang der beiderseitigen Hüllen in einander unmittelbar verfolgen können. Da-

dass jede Ganglienkugel eine zarte structurlose Hülle besitzt, dass es überflüssig sei, zu sagen, dass die ächten Ganglienkugeln vollkommene Zellen sind, also eine structurlose Haut zeigen, dass Valentin, Schwann, Bruns u. A. schon längst die Hüllen der Ganglienkugeln von der äusseren bindegewebigen Scheide derselben unterschieden. Auf S. 148 hebt Kölliker nochmals mit besonderem Nachdruck hervor, dass eine Ganglienkugel eine Zelle ist mit deutlich structurloser Hülle. — Dagegen heisst es nun in der fünften Auflage der Geweblehre (Leipzig 1867, S. 250), dass unter dem Einfluss der Schwann'schen Lehren sich seiner Zeit zwar die Annahme entwickelt habe, dass die Nervenzellen eine besondere Zellenmembran besitzen, und dass diese Lehre besonders durch die Untersuchungen von Bidder gestützt worden sei; dass aber in unseren Tagen diese Ansichten in das Gegentheil umgeschlagen seien, und dass auch Kölliker trotz entgegenstehender Angaben erklären müsse, dass an den Ganglienzellen eine structurlose, einer Zellenmembran entsprechende Hülle nicht für sich darzustellen ist, und dass die Zellenmembran der Ganglienzellen der Fische mit der Scheide der Nervenfasern unmittelbar zusammenzuhängen scheine. — Ich habe vor 18 Jahren meine damalige Auffassung gegen die Auslassungen Kölliker's nicht vertheidigen mögen, weil ich der Ueberzeugung bin, dass über die Richtigkeit so divergirender Ansichten nur die Zeit entscheiden könne. Wenn daher Kölliker diejenige Auffassung, die er im Jahre 1849 perhorrescirte, nunmehr vollständig adoptirt, so kann mir das im Interesse fortschreitender wissenschaftlicher Verständigung nur erwünscht sein, und es würde mir sicherlich nicht in den Sinn kommen, dies hier zur Sprache zu bringen, wenn nicht Kölliker unser beiderseitiges Verhältniss zu dieser Angelegenheit geradezu auf den Kopf gestellt, mich als den Träger überwundener Standpunkte gekennzeichnet, sich selbst aber als unerschrockenen Kämpfer für die mehrfach verkannten hüllenlosen Ganglienkörper hingestellt hätte!! — J. Arnold (a. a. O. S. 10) hat meine und Kölliker's Stellung zu dieser Frage im Allgemeinen richtig bezeichnet, wenngleich auch hier der ferne Hyperboräer wohl nicht mit dem halben Maasse gemessen wird, wie der nachbarliche Herbipolitaner. Während Kölliker's in Rede stehende Arbeit eine mit Recht hochgeschätzte genannt wird, muss ich den Vorwurf der Inconsequenz hinnehmen, weil ich die Ganglienkörper trotz des von mir behaupteten Mangels einer nachweisbaren Membran doch Zellen genannt habe. Ich erlaube mir dagegen nur zu bemerken, dass diese Bezeichnung auch gegen-

gegen kann ich eine an dieser Stelle fühlbare Lücke in meinen Beobachtungen nicht verhehlen. So oft sich auch wahrnehmen liess, dass die mit dem Ganglienkörper zusammenhängende gerade Faser, der sogenannte Axencylinder, zu einer Nervenfaser wird, die in das anliegende Nervenstämmchen eintritt und den längslaufenden Fasern desselben sich anschliesst, so habe ich zwar auch manchmal die Spiralfaser in ganz unzweideutiger Weise nach entgegengesetzter Richtung sich wenden sehen, aber den Uebergang auch dieses Zellenausläufers in eine Nervenfaser niemals mit Entschiedenheit beobachten können, obgleich ich an einem solchen Zusammenhange nach den Angaben meiner Vorgänger nicht zweifeln kann und eifrigst nach demselben gesucht habe. Die Erklärung für den mangelnden Erfolg dieses Suchens liegt ohne Zweifel in dem Umstande, dass die Zellenausläufer nicht in die nächstgelegenen an der Oberfläche des Nervenbündels befindlichen Fasern übergehen, sondern in die Mitte desselben eintreten, um, nachdem sie eine Partie der longitudinal verlaufenden Fasern durchkreuzt haben, unter rechtem Winkel in die letzteren einzubiegen. In die Mitte dieser Herznervenbündel durch künstliche Präparation einzudringen ist aber ohne sehr erhebliche Störung der normalen Lagerungsverhältnisse gar nicht möglich, da, wie schon Ludwig (Müll. Arch. 1848 S. 141) hervorgehoben hat, die Primitivröhren nicht gestreckt neben einander verlaufen, sondern wie die Fasern eines Seils um einander gedreht sind, wodurch es unmöglich wird, den Nerven in seine Elemente zu zerlegen, ohne dieselben zu zerreissen. Aus diesem Grunde ist es auch gewöhnlich vergeblich, durch fortgesetzte Bearbeitung mit Nadeln ein Präparat verbessern zu wollen; liefert die oben erwähnte Vorbereitung nicht sofort ein brauchbares Bild, so ist es am gerathensten, keine weitere Mühe auf die Entzifferung desselben zu verwenden, sondern zur Anfertigung eines neuen Präparates zu schreiten. Die Untersuchung der Erfolge der Vagus-

---

wärtig noch ganz allgemein für unverfänglich gilt, obgleich für die Zellenmembran der betreffenden Elemente wohl kaum mehr Jemand in die Schranken treten wird.

durchschneidung soll hier ergänzend eingreifen. — Bemerken muss ich aber schon hier, dass ich zuweilen auch mitten unter diesen den Scheidewandnerven anliegenden keulenförmigen Zellen Ganglienkörper von nierenförmigem Aussehen gefunden habe, aus deren Hilus dicht nebeneinander zwei (roth tingirte) Axencylinder hervorgingen, während ich von einer Spiralfaser nichts wahrnehmen konnte. In solchen Fällen kann es auch geschehen, dass die zwei geraden Zellenfortsätze in der Weise sich decken, dass ein einfacher Fortsatz vorhanden zu sein scheint. Beide Axencylinder schienen von der Substanz der Ganglienzelle selbst herzukommen, so dass ich über ihr Verhältniss zum Kern und Kernkörperchen nichts Sicheres ermitteln konnte; ebensowenig habe ich, obgleich ich einigemal diese beiden Axencylinder in entgegengesetzter Richtung auseinandergehen sah, ihren Uebergang in unzweifelhafte Nervenfasern verfolgen können. Eine Fortsetzung des Neurilemms des Ganglienkörpers umschloss jedesmal beide Zellenausläufer, zwischen denen überdiess auch gallertartige Bindesubstanz zwischengelagert zu sein schien. Auch Beale (Tab. XXXIII Fig. 2, Tab. XXXV Fig. 13, Tab. XXXIX Fig. 32—35), sowie Courvoisier (S. 28) und Kollmann und Arnstein (S. 280) erwähnen das Fehlen der Spiraltouren; ob dies, wie Beale meint, den Jugendzustand der Zellen bezeichne, darüber habe ich keine Erfahrung zu machen Gelegenheit gehabt. — Ein ferneres eigenthümliches Lagerverhältniss dieser birnförmigen Zellen kann ich nicht unerwähnt lassen. Gewöhnlich zwar hat jede derselben einen gesonderten Stiel, der trotz der nahen Nachbarschaft dicht anliegender Zellen doch vollständig von derselben geschieden ist, und seinen Weg in das zugehörige Nervenbündel allein für sich fortsetzt. Dagegen habe ich aber auch öfters bemerkt, dass zwei, drei und mehrere dicht zusammengedrängte Zellen ihre Ausläufer in einen gemeinsamen Stiel eintreten lassen, der auch ein eigenthümlich gewundenes, strickförmig gedrehtes Ansehen hat. In einem solchen Strange können die einzelnen denselben zusammensetzenden Elemente nicht unterschieden werden. Man erkennt wohl an Karmin- wie Goldpräparaten im Inneren solcher gemeinschaftlichen Stiele

Andeutungen gerötheter Axencylinder, und schwache Reste um dieselben herumgelegter Spiraltouren. Aber der Zusammenhang mit den Ganglienzellen einerseits und mit den anliegenden Nervenfasern andererseits war in solchen Fällen wegen der mehrfach sich deckenden und durchkreuzenden Elemente noch schwieriger zu ermitteln; ebensowenig liess sich die Beziehung der bindegewebigen Scheiden der einzelnen Ganglienzellen zu der gemeinschaftlichen Hülle ihrer Ausläufer genauer feststellen. — Endlich muss ich noch ein eigenthümliches Verhältniss in der Lagerung dieser birnförmigen Ganglienkörper erwähnen. Obgleich diese Lagerung in Folge des Aufquellens durch Essigsäure nicht die ursprüngliche ist, so ist es doch auffallend, dass die meisten dieser Körper in der Stellung sich darbieten, dass ihr breites Ende gegen den peripherischen Verbreitungsbezirk der betreffenden Nerven, ihr schmäleres Ende dagegen nach der centralen Seite hin gerichtet ist. Die von der Zelle ausgehenden und zu peripherischer Verbreitung, zum Fortgang z. B. gegen die Atrioventricularganglien hin bestimmten Fortsätze — gleichviel, ob dies die gerade oder Spiralfaser ist — müssen also eine kurze Strecke rückwärts laufen, ehe sie in die ihnen zukommende Richtung umbiegen. Es scheint, dass auf dieser Strecke die Zellenfortsätze — wenn dies überhaupt geschieht — noch nicht mit einer Markscheide sich umgeben, und dass es eben daher und weil sie an dieser Umbiegungsstelle leicht abbrechen, so selten gelingt, ihren weiteren Verlauf zu constatiren.

Neben diesen birnförmigen Zellen, die meistentheils den äusseren Umfang der Nervenstämmchen besetzen, findet man, im Inneren der letzteren zwischen den Nervenfasern eingebettet, die schon oben erwähnten spindelförmigen Zellen, deren Längendurchmesser immer mit der Längsaxe der Nerven zusammenfällt. Als Sitz sind ihnen vorzugsweise die Scheidewandnerven angewiesen, doch kommen sie auch in den rami cardiaci kurz vor ihrer Einsenkung in den gemeinschaftlichen Plexus vor. Obgleich ihre Zahl nicht ganz gering ist, bieten sie sich doch nur selten in einigermassen hinreichender Isolation dar. Dieselbe Schwierigkeit haben auch Kollmann und Arnstein (S. 275.)

hervor, obgleich sie die Anwesenheit solcher Zellen für zweifellos halten. Auch Ludwig (a. a. O. S. 142) spricht von Ganglienkugeln in den Herznerven, die in einer Anschwellung der Primitivröhre liegen, und bildet dergleichen auch ab. Dass solche bipolare Zellen zwei Kerne enthalten, wie Gaye (Centralblatt f. d. med. Wiss. 1866 Nr. 56) im Sympathicus des Kaninchen regelmässig gefunden haben will, habe ich für den Frosch in keinem einzigen Fall bestätigen können. Von den beiden verschmälerten Enden dieser Ganglienkörper scheinen Fasern auszugehen, die in dem bezüglichen Nervenbündel in entgegengesetzter Richtung fortlaufen, die eine zum gangliösen Hauptplexus hin, die andere in der Richtung der Atrioventricularganglien. Ueber die Natur dieser Fasern und über ihre weiteren Schicksale, ob sie in breite, dunkel contourirte oder in schmale und blasse Fasern sich fortsetzen, ob vielleicht beides statthat, so dass das eine Zellenende mit einer breiten, das andere mit einer schmalen Faser in Verbindung steht, darüber vermag ich nichts Sicheres auszusagen. Mit Bestimmtheit dagegen habe ich, wenn auch nur in sehr wenigen Fällen gesehen, dass von dem Körper einer solchen Spindelzelle drei Fortsätze ausgehen, indem das eine etwas breitere Ende derselben zwei dicht neben einander liegende und gleichmässig tingirte Ausläufer, nackte Axencylinder, entsendete. Ebenso habe ich mich in einem Paar dieser Fälle davon überzeugen können, dass das mit einfachem Fortsatz versehene Zellenende gegen die Eintrittsstelle des Nervenbündels, der gedoppelte Ausläufer dagegen zu den Atrioventricularganglien hin gerichtet war, ein Verhältniss, welches, wenn es in grösserer Verbreitung sich darböte, die Vermehrung der Primitivfasern im Verlaufe der Herznerven einfach verständlich machen würde. Von einem die Ganglienkörper selbst umspinnenden Fadennetz oder von einem die geraden Ausläufer umgebenden Spiralfaden, habe ich an diesen Zellen nichts wahrnehmen können. Ihre Bedeutung für die Herzactionen muss bei dem ganz anderen Schema, nach dem sie gebaut sind, sicherlich eine andere sein, als die der keulenförmigen Körper, und ich kann nicht umhin, daran zu erinnern, dass Deiters (a. a. O. S. 115, 180 und and.) auch

von cerebralen Centren, wie namentlich dem kleinen Gehirn, betont, dass in denselben Zellen vorkommen, die beiderseits direct in einen Axencylinder übergehen, und dass er ferner darauf aufmerksam macht, dass das Einschieben zelliger Elemente in eine nervöse Bahn den Character einer einfachen Leitung nicht nothwendig aufhebt. Es wäre daher wohl möglich, dass auch in den Centren des Herzens die spindelförmigen Zellen nicht Orte selbstständiger Erregung, sondern nur Knotenpunkte darstellen, die vielleicht die Richtung des Axencylinders bestimmen, ohne die ihm obliegende einfache Leitung zu modificiren.

Auch an den Herznerven habe ich einige Male jene eigenthümliche Lage zweier Ganglienkörper bemerkt, die zuerst von Auerbach (Virch. Arch. 1864, Bd. 30 S. 457) als opponirte Stellung bezeichnet wurde, und bei welcher zwei ebenfalls keulenförmige Körper mit ihrem breiteren Ende an einander stossen oder auf einander gesetzt sind, während die von den schmalen Enden ausgehenden zwei Fasern nach entgegengegesetzter Richtung verlaufen. Beide Ganglienkörper scheinen in einer und derselben neurilematischen Hülle zu liegen, und also unmittelbar sich zu berühren. Zuweilen jedoch setzte sich der leichte zwischen Neurilemm und Nervenzelle gelegene Saum mit einem verschmälerten Verbindungsstreifen auch zwischen die beiden Nervenzellen hinein fort. Ueber die Natur der von diesen Zellen ausgehenden Fasern weiss ich nichts Näheres anzugeben, da ich sie niemals im isolirten Zustande zu sehen bekommen habe, sie vielmehr sofort nach ihrem Abgang von der Zelle zwischen den Elementen des Nervenbündels sich verbargen. Nur das glaube ich aussprechen zu dürfen, dass auch hier an Zellen und Zellenausläufern ein Fadennetz und ein Spiralfaden nicht auftreten. Auch diese Anordnung der Zellen trifft man an den Scheidewandnerven im Inneren ihrer Faserbündel. Ueber ihre Bedeutung habe ich keine Erfahrung mitzutheilen.

Obgleich die Untersuchung des gangliösen Hauptplexus, in welchen die Vaguszweige zunächst eintreten, für die Erledigung der hier vorliegenden Frage am meisten zu versprechen

schien, so hat die diesem Theil meines Untersuchungsobjects zugewendete Aufmerksamkeit mich in der Ermittlung der hier obwaltenden histologischen Verhältnisse doch keineswegs weiter gebracht. Dass freilich habe ich ziemlich regelmässig gefunden, dass diese in der theilweisen Durchkreuzung der beiderseitigen Faserbündel dem Chiasma opticum ähnelnde Gegend der Herznerven an ihren Aussenrändern vielfach von birnförmigen Ganglienkörpern besetzt ist, die, wie die vorhin beschriebenen, neben einem geraden Ausläufer mit Fadennetz und Spiralfaser ausgerüstet erscheinen. Auch hier treten sie nach Essigsäureeinwirkung besonders deutlich hervor, heben sich in Folge des Aufquellens von den Nervenstämmchen ab, nehmen einen grösseren Raum für sich in Anspruch, und werden dadurch heller und deutlicher. Aber auch hier habe ich über das fernere Schicksal der beiden Fasern, über ihre zuleitende oder ableitende Richtung, eine sichere Auskunft nicht gewinnen können. Noch weniger habe ich im Inneren dieses Plexus, wo die Ganglienkörper mehrfach zusammengehäuft über und neben einander liegen, und sich auch nach Essigsäurezusatz weniger von einander entfernen und abheben können, über die fraglichen Verhältnisse zu ermitteln vermochte; nur das kann ich nicht unerwähnt lassen, dass es mir in dieser Gegend manchmal geschienen hat, als ständen zwei Zellen durch Ausläufer mit einander in Verbindung; jedoch schienen dies immer Fortsätze von der Breite des Axencylinders zu sein, und nicht feine Ausläufer des Fadennetzes, wie sie Courvoisier als Commissurenfäden deutet.

Eine besondere Beachtung erforderten endlich die Atrioventricularganglien. Ich erwähnte schon, dass unmittelbar vor denselben in den Scheidewandnerven breite und dunkelrandige Fasern sich noch nachweisen lassen, während hinter denselben alle in das Ventrikelfleisch sich einsenkenden Nervenbündelchen nur schmale und blasse Fasern enthalten. Auch hier musste man vermuthen, dass diese Aenderung in dem Character der Fasern durch die Dazwischenkunft der Ganglien, d. h. durch den Zusammenhang derselben mit den fraglichen Fasern vermittelt werde. Indessen hat die Untersuchung dieser Gegend

in dem System der Herznerven des Frosches mir die am wenigsten befriedigenden Resultate geliefert. Das Bindegewebe scheint hier besonders fest und derb zu sein, so dass es durch Essigsäure wenig aufquillt; die Fleischfasern der sogenannten Atrioventricularklappen dringen zum Theil selbst in die Ganglienhaufen hinein, und lassen sich kaum beseitigen: die Nervenfasern entfernen sich von der longitudinalen Anordnung, und sind vielmehr in den verschiedensten Richtungen und so vielfach durch einander geflochten, dass auch bei der vorsichtigsten Behandlung mit der Präparirnadel der Versuch, sie auseinander zu bringen, ihren Zusammenhang mit den Zellen vernichtet. Welche Beziehungen zwischen den Nervenelementen hier obwalten, ist mir daher durchaus unklar geblieben; nur von dem Vorkommen birnförmiger Zellen mit den geschilderten Merkmalen habe ich mich überzeugt; weitere Bemerkungen über Form und Lagerung der Nervenzellen an diesem Orte scheinen für jetzt überflüssig zu sein.

Neben den verschiedenen Zellenformen, die dem Obigen gemäss im Verlaufe der Herznerven des Frosches sich unterscheiden lassen, sind es nach ihrer Zahl und Verbreitung wie nach ihren sonstigen Verhältnissen die keulenförmigen, anscheinend unipolaren, in Wirklichkeit aber mit mehrfachen Ausläufern versehenen Zellen, die besondere Beachtung verdienen. Die Uebereinstimmung nämlich, welche sie mit den Merkmalen darbieten, die Deiters (Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von M. Schultze 1865, S. 55 ff) den centralen Nervenzellen zuschreibt, ist in der That eine höchst bemerkenswerthe. Hier wie dort hat man es mit Gebilden zu thun, die Centralpunkte zweier Systeme von Nervenfasern sind, einer einfachen und ungetheilten, breiten, vom Ganglienkörper selbst abgehenden Faser, einem Axencylinder, und eines Systems zahlreicher sogenannter Protoplasmafortsätze, die weiterhin ebenfalls in echte Nervenfasern übergehen. Deiters sucht überdiess, bereits früherhin gemachte Angaben schärfer formulirend, auch darzuthun, dass diese beiden Fasersysteme verschiedenen Richtungen angehören, dass die Zelle

ein Centralpunkt für zwei Fasersysteme von verschiedener Bedeutung ist, dass Nervenfasern durch Verbindung mit Ganglien eine Ablenkung von ihrer bisherigen Stromesrichtung erfahren, wobei das Stromgebiet erweitert oder verkleinert werden kann, und dass diese Verwickelung im Verlaufe der Nerven, diese Unterbrechung durch Ganglienmassen, immer mit Veränderungen im Durchmesser der Nervenfasern verbunden scheint. Deiters meint nun (S. 133 u. 145) in Bezug auf die in den vorderen und hinteren Hörnern der grauen Substanz des Rückenmarks befindlichen motorischen und sensiblen Ganglienzellen, dass bei den ersteren der Axencylinderfortsatz in die motorische Nervenwurzeln austrete, die vom Gehirn herkommenden Leitungsbahnen demnach durch die Protoplasmafortsätze der Zellen letztere erreichen, während umgekehrt die sensiblen Nervenwurzeln durch das an die Protoplasmafortsätze sich anschliessende Fasersystem zu der Zelle gelangen, und die Leitung von ihnen zum Gehirn demnach durch die von ihnen ausgehenden Axencylinder übernommen wird (S. 146). Hiernach würden also jedenfalls die Protoplasmafortsätze die zur Zelle führende, gleichsam in ihr endende, der Axencylinder dagegen die von ihr aus weiter leitende Bahn, den Anfang eines neuen Fasersystems bezeichnen. Wenn diese für das cerebrospinale Centrum wahrscheinlich gemachte Ordnung auf die Herzganglien übertragen wird, so bedürfte dies bei der unzweifelhaft autonomen, also ebenfalls centralen Natur der letzteren keiner Rechtfertigung. Aber auch abgesehen von jeder Vergleichung mit den centralen Gehirnzellen und von der Discussion über die centrale Bedeutung der Herzganglienmassen bietet sich ganz unabweislich die Frage dar, welche Fasern zu den in Rede stehenden Elementen der Herzganglien hinzutreten, welche von ihnen abgehen. Auch haben alle neueren Beobachter der sympathischen Ganglien nicht unterlassen können, eine Antwort hierauf zu geben. Aber während Beale sich darauf beschränkt den nach entgegengesetzten Seiten gerichteten Verlauf der geraden uud der Spiralfaser zu betonen, und Courvoisier (S. 28) es unentschieden lässt, ob die gerade Faser im Kerne anfange oder ende, sprechen sich Arnold, Kollmann

und Arnstein dahin aus, dass die gerade Faser zu der Nervenzelle herantrete, die Spiralfaser dagegen oder die Protoplasmafortsätze von ihr fort zur pheripherischen Nervenausbreitung leiten. Ich habe schon neulich, aber ohne auf Deiters Bezug nehmen zu können, in Betreff der Ganglien an der Gland. submarillaris des Hundes (dieses Arch. 1867 S. 22) die entgegengesetzte Auffassung als die wahrscheinlichere bezeichnen müssen. Wenn ich mich jetzt mit den Muthmassungen von Deiters ganz im Einklange finde, so könnte mich dies in der früher schon gewonnenen Ansicht bestärken, um so mehr als auch Kölliker (Geweblehre, 5. Aufl. 1867 S. 254) an die Möglichkeit erinnert, dass die Spiralfaser Endigung einer zutretenden Faser an einer Ganglienzelle sein könnte. Indessen alles bisher für die eine oder die andere Ansicht Vorgebrachte geht doch kaum über den Werth von Erwägungen und Muthmassungen hinaus. Eine directe Entscheidung könnte nur der vollständige Nachweis des anatomischen Zusammenhanges der fraglichen Zellenausläufer mit Nervenfasern bringen, die mit Sicherheit als zutretend oder abgehend sich bezeichnen liessen. Nun habe ich zwar in einigen Fällen, in denen Nervenzellen, die den Scheidewandnerven anlagen, ihre beiden Faserausläufer vollständig übersehen liessen, mit aller Sicherheit mich davon überzeugen können, dass der Axencylinder in peripherischer Richtung gegen die Seite der Atrioventriculargauglien hin in das Nervenstämmchen sich einsenkte; aber niemals habe ich die aus dem Fadennetz hervorgehende Spiralfaser in eine von der Seite der rami cardiaci herkommende dunkelrandige Faser übergehen oder aus derselben hervortreten sehen. Mit den bisher angewendeten Mitteln scheint auf die Gewinnung eines solchen Beweises nicht gerechnet werden zu dürfen. Schon Ludwig (a. o. a. O.) hat bemerkt, dass die interessanten Fragen, die an die Untersuchung der Herznerven sich knüpfen, mit dem Microscop allein und mit den zugehörigen Messapparaten unlösbar erscheinen, dass wahre Aufklärung nur von neuen Methoden zu erwarten sei. Die verbesserten histologischen Methoden der jüngsten Zeit haben nun zwar manchen Fortschritt gebracht, indessen von völlig befriedigender Einsicht

sind wir noch immer weit entfernt. Es musste daher der Versuch gemacht werden, auf einem anderen bisher noch nicht versuchten Wege eine Lösung der vorliegenden Fragen zu erlangen. Es war zu erwarten, dass vielleicht abermals ein Schritt vorwärts geschehen könne, wenn man die Veränderungen berücksichtigte, die durch vorherige Durchschneidung der Herzzweige des Vagus in den betroffenen Primitivfasern herbeigeführt werden mussten. Bei der Wichtigkeit, die den Ergebnissen dieses letzteren Untersuchungsweges zugestanden werden muss, glaube ich das von mir in dieser Hinsicht beobachtete Verfahren näher angeben zu müssen.

Bloslegung und auch Durchschneidung der beiden N. N. vagi beim Frosch ist zwar ein sehr häufig und zu verschiedenen physiologischen Zwecken gebrauchter Eingriff, bei dem man jedoch — wo es sich nur um vorübergehende Beobachtung handelte — bei der grossen Lebenstenacität dieses Thiers nicht gerade sehr vorsichtig mit demselben umzugehen pflegt. Es kommt aber nicht darauf an, ob der Hautschnitt einige Linien länger ist, als zum Erreichen der tiefer gelegenen Theile erforderlich gewesen wäre, ob grössere Gefässe verletzt werden und eine beträchtliche Blutung stattfindet, ob benachbarte Muskeln und andere Theile gequetscht, zerrissen oder anderweitig insultirt werden, — für einige Stunden hält das Thier das Alles sehr wohl aus, ohne in seinen Reizbarkeitsverhältnissen erhebliche Aenderungen zu erleiden. Ganz anders ist es dagegen mit der Vagusdurchschneidung zu dem hier ins Auge gefassten Zweck, sie soll Wochen-, ja Monate lang überdauert werden. Es muss also nicht allein bei dem operativen Eingriff der Blutverlust auf das in Folge der Durchschneidung heut unvermeidliche Minimum reducirt, sondern es muss auch jede Beschädigung der tiefer gelegenen Theile möglichst vermieden werden, um einer excessiven Eiterbildung vorzubeugen, die zu weitreichenden Infiltrationen führen kann, an denen die Versuchsthiere trotz ihrer Zähigkeit doch endlich und vorzeitig zu Grunde gehen. Ich kann folgendes Verfahren als das geeignetste empfehlen. Um das Thier in erforderlichem Maasse zu fixiren, wird es in der Rückenlage an allen vier Extremitäten auf ein

passendes Brettchen aufgebunden, und zugleich der Kopf mittelst einer durch den Oberkiefer gesteckten Nadel auf der Unterlage befestigt. Die vorderen Extremitäten werden dabei möglichst nach hinten gezogen, um den Raum zwischen Kiefer und Schulter zu erweitern. Auf derjenigen Körperseite, auf welcher der N. vagus durchschnitten werden soll, wird nun die Haut getrennt, indem ein Scheerenblatt etwas unterhalb der vorderen Spitze des Sternums eingestochen und quer nach aussen bis hinter das Kiefergelenk in einer Strecke von etwa 4''' fortgeführt wird. Nur ausnahmsweise werden hierbei auch ein Paar Bündel des M. submaxillaris getroffen, wenn derselbe ungewöhnlich weit nach hinten reicht. Unmittelbar unter der äusseren Haut wird eine dem Zwischenraum zwischen dem Kiefergelenk und der Schulterhöhe entsprechende Zone von einer Fascie gedeckt, bei deren Trennung in der angegebenen Richtung meistens auch nur capillare Blutgefässe getroffen werden. Indem die äussere Haut und diese Fascie, die bei der dem Thier gegebenen Stellung stark gespannt waren, nach der Durchschneidung sich zurückziehen, wird hiermit sofort die Gegend eröffnet, in der der Vagus zu finden ist. Es ist dies ein unregelmässig viereckiger Raum, nach aussen begrenzt von dem M. sternocleidomastoideus, nach innen von dem M. sternohyoideus und dem Pharynx, nach unten von dem M. deltoides, während die obere Seite einer scharfen Begrenzung ermangelt. Im Grunde dieser Grube erscheint der M. levator scapulae mit schrägen, von oben und innen nach unten und aussen gerichteten Fleischfasern, und über ihn hin und mit ihm sich kreuzend verläuft in der Diagonale jenes Raumes vom oberen äusseren zum unteren inneren Winkel, zugleich mit den dünnen Bündeln des M. petrohyoides ein aus mehreren Gefässen und Nerven gebildeter Strang. Am meisten nach aussen macht sich in demselben die starke vena jugularis bemerkbar; an ihrer inneren Seite, häufig auch unter ihr, so dass sie nur durch Abziehen der Vene sichtbar wird, zeigt sich eine ungleich dünnere Arterie, ein Analogon der art. transversa colli oder cervicalis adscendens. In Begleitung dieser Blutgefässe verlaufen drei von dem N. vagus herkommende Nervenstämmchen: am

oberflächlichsten und am meisten nach innen, gewöhnlich den mm. petrohyoid. aufliegend, der N. glossopharyngeus, der in bogenförmigem Verlauf zur Zunge sich wendet und eben hieran sogleich zu erkennen ist. Nach aussen von ihm und gewöhnlich durch die genannte Arterie von ihm getrennt liegt der N. laryngeus, der durch seine Feinheit vor einer Verwechslung mit dem gesuchten Eingeweideast gesichert ist. Letzterer liegt unter allen seinen Begleitern am tiefsten, wird jedoch leicht sichtbar gemacht, wenn die durch lockeres Bindegewebe vereinigten Theile des ganzen Stranges vorsichtig aus einander gezogen werden. Eine Verwechslung mit dem am unteren Rande des levator scapulae zum Vorschein kommenden und mit dem N. vagus sich kreuzenden N. hypoglossus aus dem ersten Spinalnerven ist bei einiger Aufmerksamkeit leicht zu vermeiden, und mit den mehr nach vorn und dicht am Unterkiefer liegenden Endästen des N. maxillaris superior aus dem Trigeminus und des N. facialis kaum denkbar. So kann also durch alleinige Trennung der Haut und einer darunter liegenden Fascie mit Verlust von nur wenigen Tropfen Blutes der Intestinalzweig des Vagus — aus welchem neben den Fäden zum Magen und zur Lunge auch die Herznerven hervorgehen — durchschnitten, und letztere von ihrem Centrum getrennt werden. Ist das geschehen, so wird die Wunde geschlossen, und der Patient in täglich wenigstens zweimal erneuertes Wasser gethan. Gewöhnlich hat schon nach 10—14 Tagen eine feste Hautnarbe sich gebildet; aber unter derselben findet manchmal eine anhaltende Eiterung statt, deren Product, da kein Ausweg nach aussen vorhanden ist, sich weit unter der Haut und zwischen den benachbarten Muskeln ausbreitet, und wahrscheinlich die Ursache war, dass einige Versuchsthiere zwischen 14 Tagen und 4 Wochen zu Grunde gingen. War diese Periode glücklich überstanden, so war das fernere Bestehen der Versuchsthiere durchaus gesichert; sie erhielten sich drei Monate und länger ganz wohl, und würden die Folgen des blutigen Eingriffs ohne Zweifel noch länger ertragen haben, wenn ich sie nicht zum Zweck der anatomischen Untersuchung gewöhnlich schon früher getödtet hätte, weil auch vor dem Ablauf jener

Frist die Nervendegeneration schon hinreichend weit fortgeschritten sein musste, um die Unterscheidung zwischen entarteten und intact gebliebenen Fasern zu sichern. — In der angedeuteten Weise habe ich die Durchschneidung des Vagus beim Frosche vielfach ausgeführt. Ich habe diese Trennung Anfangs nur auf einer Seite vorgenommen, nicht nur um den operativen Eindruck möglichst zu beschränken, sondern auch um den Gefahren zu entgehen, die die beiderseitige Trennung dieses Nerven, wenngleich in weit geringerem Grade als bei Säugern, doch vielleicht auch bei Fröschen nach sich ziehen konnte. Da jedoch bei der theilweisen Durchkreuzung der beiden rami cardiaci, die durch einseitige Durchschneidung bedingte Degeneration nicht auf einen bestimmten Bezirk der Herznervenverbreitung beschränkt blieb, sondern überall hin neben den degenerirten Fasern auch unversehrte und breite Fasern sich begeben, so sah ich mich bald veranlasst zur Gewinnung eines sicheren Urtheils die beiderseitige Trennung vorzunehmen. Es zeigte sich, dass auch dieser Eingriff von den Versuchsthieren sehr gut ertragen wurde. Genauere Beobachtungen über etwaige Aenderungen der Herzthätigkeit, der Athmung, der Magen- und Darmverdauung, habe ich freilich nicht angestellt, und der gethane Ausspruch bezieht sich daher nur auf den Zeitraum, der nach der Operation in scheinbarem Wohlbefinden durchlebt wurde. — Meine Versuchsthiere wurden vom 16. bis zum 97. Tage nach dem operativen Eingriff der anatomischen Untersuchung unterworfen; bei der Mehrzahl geschah dies zwischen dem 40. und 60. Tage. Es wurde hierbei zuerst constatirt, dass die beabsichtigte Nervendurchschneidung vollständig ausgeführt worden und gelungen sei. Der Scheerenschnitt durch die äussere Haut und die Nadelstiche in derselben waren stets durch ein völlig pigmentfreies Narbengewebe angezeigt. Ein paar Male waren mit letzterem auch einige Bündel des musc. submaxillaris verwachsen; sonst war keine traumatische Adhäsion zu bemerken, und nach Entfernung der äusseren Haut und der unvollständig constituirten Fascie unter derselben lag die Gegend der stattgehabten Operation so rein und klar da wie beim ersten Einblick in

dieselbe. Arterie und Vene, sowie der N. glossopharyngeus und laryngeus boten sich in der gewöhnlichen Weise dar. Der Eingeweideast des Vagus zeigte die Stelle der stattgehabten Durchschneidung durch die bekannte kolbige Anschwellung an, die durch diese Form wie durch ihre weisse Farbe von der besonders in den späteren Stadien fast durchscheinend grauen weiteren Fortsetzung des Nerven in auffallender Weise sich unterschied. Eine Wiedervereinigung der immer nur einfach und ohne Substanzverlust durchschnittenen Nerven hatte in keinem Falle stattgefunden. Schon nach 40 Tagen waren die Folgen der Trennung sehr deutlich ausgeprägt, indem der Inhalt der betroffenen Primitivröhren unterhalb der Durchschneidung nicht allein durchweg in quaderförmige Stücke getheilt erschien, sondern letztere auch schon grösstentheils in Fetttröpfchen zerfallen waren. Nach Verlauf von 50 bis 60 Tagen waren mit den quaderförmigen Stücken auch die letzten Reste des ursprünglichen Nerveninhalts verschwunden, und die Primitivröhren der rami cardiaci, lediglich von feinsten Fettmolekeln eingenommen, waren selbst im Inneren der ungetheilten Nervenbündel durch die reihenweise Anordnung dieser Körnchen mit Sicherheit zu erkennen. Nach 97 Tagen endlich bestanden diese Nerven nur noch aus blassen, collabirten, cylindrischen Schläuchen, den Ueberbleibseln der früher dagewesenen Nervenröhren, die an Stelle ihres ursprünglichen Inhalts nicht einmal mehr continuirliche Reihen eingelagerter Fettmolekeln darboten, sondern stellenweise auch schon ganz leer erschienen. — Die degenerative Veränderung der zum Herzen bestimmten Nervenfasern war also vollständig eingetreten. Nunmehr kam es darauf an, mit diesem Befunde die Beschaffenheit der Scheidewandnerven und deren Fortsetzungen, so wie die Beziehungen der entarteten Nervenfasern zu den Zellen zu vergleichen. Ich habe die bezüglichen Theile sowohl im ganz frischen Zustande, wie nach der oben erwähnten Behandlung mit verdünnter Chromsäurelösung und Karmin untersucht, und kann als Resultat der an neun Thieren gemachten Erfahrungen Folgendes hervorheben, wobei ich mich zunächst an einen Fall halte, in welchem die Nervendurchschneidung beiderseits am

3. Juli ausgeführt war, und am 4. September, also nach 63 Tagen, zur Untersuchung kam.

Die rami cardiaci zeigten sich in entschiedener und weit vorgeschrittener Fettmetamorphose; an keiner einzigen Primitivfaser waren continuirliche dunkle Ränder und doppelte Contouren mehr nachweisbar; nur an wenigen Fasern erschienen hie und da noch Reste der von dunkelen Rändern umsäumten quaderförmigen Inhaltsportionen. An Stelle des gänzlich untergegangenen ursprünglichen Inhalts fanden sich überall nur die bekannten Fettmolekeln von verschiedener Grösse und in wechselnder Zahl, so dass sie jedoch niemals die ganze Breite der Nervenfaser einnahmen, sondern blos schmale Züge in derselben bildeten. Der übrige Raum der Primitivröhren schien von durchscheinender, wahrscheinlich flüssiger Masse eingenommen zu sein, oder es waren stellenweise auch die Wandungen ganz zusammengefallen. Von Axencylindern war in den so veränderten Nervenfasern nichts wahrzunehmen; durch Karmin wurde in ihrem Inhalte nicht die geringste Andeutung von Tinction hervorgebracht, und während die neurilemmatischen Züge sich sehr entschieden färbten, wurden die von ihnen umschlossenen Röhren als farblose graue, von Fettkörnchen bezeichnete Bahnen deutlich. Wie gewöhnlich fanden sich auf beiden Körperseiten an diesen rami cardiaci einige kleine Ganglienzellengruppen. Obgleich keine einzige dieser Zellen so günstig gelagert war, dass sie sich in allen Einzelnheiten übersehen liess, und obgleich die nachfolgende Behandlung mit Nadeln hieran nichts wesentliches änderte, so liess sich doch mit aller Sicherheit constatiren, dass der Regenerationshergang diese inmitten entarteter Fasern gelegenen Zellen nicht erfasst hatte. Denn wenngleich es auch innerhalb der Nervenzellenscheide an Fettmolekeln nicht fehlte, so war doch nicht allein in dem ganz frischen Präparate die Substanz der Zelle selbst von der gewöhnlichen fein granulirten Beschaffenheit und von unverändertem Halt und Zusammenhang, sondern auch der Kern erschien als scharf begrenzter, kreisrunder, bis auf das Kernkörperchen ganz lichter Theil. Nach Zusatz von Karmin trat die rothe Tinction ganz in der gewöhnlichen Weise ein, mit einem

Wort, die Zelle war ganz intact geblieben, trotz des Zusammenhangs, der ohne Zweifel auch hier zwischen ihr und dem Axencylinder einer zutretenden Faser stattfand, und trotz der Uebereinstimmung in der chemischen Beschaffenheit beider. Die diesen Zusammenhang vermittelnde Spiralfaser nebst Fadennetz war aber nirgends auch nur andeutungsweise zu unterscheiden; diese Verbindungsglieder mussten also ebenfalls vernichtet sein. Die Fettmolekeln zwischen der Scheide und dem Protoplasma der Nervenzellen waren höchstwahrscheinlich aus dem Zerfall dieser Theile entsprungen, deren gewundene und netzförmige Anordnung spurlos untergegangen war, weil diese letzten Enden der zutretenden Nervenfasern, die als nackte Ausläufer des Axencylinders anzusehen sind, einer zusammenhaltenden Hülle, wie solche den Nervenfasern auf früheren Strecken ihres Verlaufs zukommt, ermangeln. Die von den Zellen entspringenden, zu peripherischer Verbreitung bestimmten Axencylinder habe ich an dieser Stelle nicht unterscheiden können, weil sie — wie ich schon oben bemerkte — wahrscheinlich sofort in die Wand der anliegenden Vene sich einsenken. In der Gegend des gangliösen Plexus, sowie an den Scheidewandnerven boten sich dagegen einige Zellen dar, die den erwünschtesten Aufschluss gaben (Fig. 6). Das rothtingirte halbmondförmig gestaltete Protoplasma der Zellen entsandte von seiner concaven Seite einen Faden, der an seiner ebenfalls rothen Färbung in unzweideutiger Weise als Axencylinder zu erkennen war, und obgleich es in seiner Umgebung an frei umherschwimmenden Fettmolekeln nicht fehlte, doch für sich eine ganz regelmässig cylindrische Form, scharfe Ränder, durchaus gleichartige Substanz und keinerlei Andeutung eines Zerfalls darbot. Von Spiralfaser und Fadennetz war in keiner dieser Zellen etwas wahrzunehmen, wohl aber zwischen Nervenscheide einerseits und Protoplasma nebst Axencylinder andererseits eine beträchtliche Menge von unregelmässig zerstreuten Fettmolekeln. Der oben näher beschriebene Appendix des Zellenprotoplasma, der von dem Axencylinder durchsetzt und von der Spiralfaser umsponnen wird, schien unverändert geblieben zu sein, was zur Bestätigung seiner von der Nerven-

substanz zu unterscheidenden und als bindgewebig bezeichneten Natur dienen kann. Das weitere Schicksal dieser intact gebliebenen Axencylinder oder geraden Fasern habe ich an dem in Rede stehenden Präparat allerdings nicht verfolgen können, es ist mir nicht einmal gelungen, mich davon zu überzeugen, dass sie zur Peripherie sich wandten. Aber nicht allein habe ich in anderen Fällen, die nach der Nervendurchschneidung zur Untersuchung kamen, die letztere Beziehung ganz wohl unterscheiden können, sondern ich konnte auch im vorliegenden Fall an diesem Verhalten nicht zweifeln, weil nur hierdurch die Beschaffenheit der Scheidewandnerven verständlich wird. Denn obgleich auch in ihnen degenerirte Fasern nicht fehlten, so bildeten sie doch nicht wie in den rami cardiaci das alleinige Element derselben, sondern neben ihnen kamen auch die oben erwähnten schmalen und blassen Fasern vor, die nicht die geringste Spur von Entartung an sich trugen. Es schien gegen die Atrioventricularganglien hin die Zahl der degenerirten Fasern abzunehmen, die der unversehrten verhältnissmässig zu steigen, jenseits der genannten Ganglien habe ich entartete Fasern überhaupt nicht mehr nachweisen können.

Vergleiche ich die im Vorstehenden angedeuteten Erfahrungen mit den Ergebnissen, die Courvoisier nach Durchschneidung der rami communic. des Frosches gewonnen und in den Figg. 5, 18, und 21 der seiner Abhandlung beigefügten Tafel dargestellt hat, so dürften die beträchtlichen Differenzen theils vielleicht auf der Verschiedenheit der zur Untersuchung benutzten Nerven beruhen, theils aber auch nur auf eine verschiedene Deutung des gleichen Objects zurückzuführen sein. Die in Courvoisier's Fig. 5 wiedergegebene Zelle wird als frische „degenerirte" Becherzelle bezeichnet; indessen ist ein Unterschied zwischen ihr und den auf derselben Tafel befindlichen Abbildungen normaler Zellen durchaus nicht wahrzunehmen, und ebenso ist im Widerspruch zu der Beschreibung der Figur weder an der spiraligen noch an der geraden Faser ein Zeichen von Degeneration angedeutet. Da die seit der Nervendurchschneidung verflossene Zeit nicht angegeben ist, so hatte wohl in dem Falle, dem diese Figur entnommen ist, die

Degeneration einen unzweideutigen optischen Ausdruck noch nicht gewonnen. Auch in Fig. 18 ist eine frische degenerirte Becherzelle wiedergegeben, deren Fadennetz aus an einander gereihten Kügelchen besteht, und deren gerade Faser sowohl als auch Spiralfaser dieselbe Veränderung darbieten. In Bezug auf diese Figur kann ich nur bemerken, dass mir an den Herzganglien ähnliche Verhältnisse niemals entgegengetreten sind. Die Fig. 21 dagegen kann ich nicht umhin ganz in dem oben ausgeführten Sinn zu deuten. Fadennetz und Spiralen sollen hier nicht zu sehen sein „wegen des noch umgebenden Bindegewebes." Aber in der Abbildung ist von diesem störenden Umstande nichts angedeutet, und es scheint für eine ungewöhnliche Entwickelung desselben auch kein Raum übrig gewesen zu sein. Ich meine das hier dargestellte Bild dahin deuten zu dürfen, dass die wahrscheinlich in Fettmolekeln zerfallene Spiralfaser nebst Fadennetz mit den bindegewebigen Scheiden entfernt worden ist. Die Zellen dieser Figur werden als durch „exquisite Degenerationskügelchen" ausgezeichnet angegeben Ich glaube diese kleinen „gestielten und an der Oberfläche der Zellen vorschiessenden" Knötchen für nichts anderes als Fettkügelchen ansehen zu müssen, die an die Zellenoberfläche sich anlegen und aus dem Zerfall des Fadennetzes abzuleiten sind. Für die Unversehrtheit der Zellensubstanz selbst scheint mir auch in diesem Fall der in allen Zellen ohne Ausnahme mit aller Schärfe bezeichnete und in keinerlei Weise alterirte Kern nebst Kernkörperchen zu sprechen. Damit stimmt auch überein, dass die mit diesen Zellen zusammenhängenden geraden Fasern als ganz normal beschaffen dargestellt werden, während die Röhren des Nervenbündels, dem diese Zellen aufsitzen, durchgehends degenerirt sind. Ich müsste daher auch von den Zellen dieser Figur behaupten, dass die zuleitenden Spiralfasern durch Fettdegeneration zum Verschwinden gebracht, die Zellen selbst aber intact geblieben sind, und eben deshalb auch durchaus normale Axencylinder oder gerade Fasern aus sich heraustreten lassen. — Ueber die Veränderungen, die die im Innern der Scheidewandnerven enthaltenen spindelförmigen bipolaren Zellen oder die zugehörigen Nervenfasern durch die

Vagusdurchschneidung etwa erleiden, kann ich für jetzt keine sichere Auskunft geben. Obgleich ich eine Alteration derselben nicht habe nachweisen können, wage ich doch nicht zu behaupten, dass sie wirklich intact bleiben, weil sich mir aus den degenerirten Scheidewandnerven kein einziges völlig einwurfsloses Bild derselben dargeboten hat. Bei wiederholter Untersuchung dieser Angelegenheit wird dieser Punkt aber besondere Beachtung verdienen, da er eine Bedeutung hat, die über die in Rede stehende Stelle weit hinauszugehen scheint.

Alle drei Wege, auf welchen ich die Endigungsweise der Herzzweige des Vagus zu ermitteln gesucht habe, haben demnach zu dem Resultate geführt, dass die Fasern dieses Nerven keinesweges in ununterbrochenem Verlauf zu dem Herzfleisch sich begeben, sondern zunächst in Ganglien eintreten, und dass dieses von allen in jenen Nerven enthaltenen Elementen gilt. Da diese Elemente ohne Ausnahme der breiten Art von Nervenfasern angehören, während die aus den Ganglien austretenden Fasern schmale sind, so ist der Ausspruch Courvoisier's S. 38), dass ächt spinale Fasern in ächt sympathische Zellen eintreten, nirgends besser und vollständiger zu erweisen als in den Herzganglien des Frosches. In der Bahn dieses Vaguszweiges werden nun aber, da er den einzigen Weg bildet, auf welchem Impulse von aussen her zu den Herzganglien geleitet werden, nicht blos genuine die Hemmungswirkungen vermittelnde Vagusfasern, sondern auch excitirende, in höheren Thierclassen auf die Sympathicusbahnen angewiesene Elemente enthalten sein müssen. Wenn man ferner voraussetzen darf, dass auch dem Froschherzen jene Elemente nicht fehlen, die, wie neuerdings von Ludwig für den N. depressor des Kaninchens nachgewiesen ist, die Zustände der Herzsubstanz zum cerebralen Centrum zu leiten, und Uebereinstimmung zwischen der Herzkraft und den ihr entgegenstehenden Hindernissen zu vermitteln vermögen, so werden nicht weniger als drei nach ihren physiologischen Leistungen wohl zu unterscheidende Arten von Nervenfasern in den unscheinbaren rami cardiaci des Frosches zusammengeordnet sein. Ich kann hierbei die Vermuthung nicht

unterdrücken, dass die spindelförmigen bipolaren Zellen, die, wenngleich nur in spärlicher Menge, in den Scheidewandnerven sich nachweisen lassen, zu solchen die Leitung zum cerebralen Centrum vermittelnden Elementen gehören mögen. Der Umstand aber, dass in die Bahn der rami cardiaci Elemente zusammengedrängt sind, die in ganz entgegengesetzter Weise auf die Herzganglien einzuwirken vermögen, wird auch zur Erklärung dafür benutzt werden können, dass Durchschneidung der Vagusnerven be m Frosch die Rhythmik des Herzens nur selten und verhältnissmässig nur wenig oder selbst gar nicht ändert. Weil die durch die Nerventrennung in Wegfall kommenden Impulse entgegengesetzter Art sind, so wird das Gleichgewicht der Herzactionen durch jene Eingriffe nicht gestört, und wenn Galvanisirung der Vagi ganz regelmässig Stillstand des Herzens bewirkt, obgleich neben den hemmenden Fasern auch excitirende Elemente von dem Reize getroffen werden, so mag das in einer grösseren Erregbarkeit jener seinen Grund haben.

Schliesslich dürfte aus den vorstehenden Untersuchungen in Verbindung mit früheren Erfahrungen auf diesem Gebiete sich ergeben, dass, wenigstens beim Frosch, die centrale Bedeutung einer in peripherischen Nerven eingebetteten Ganglienzelle in festen anatomischen Merkmalen sich ausprägt, so dass nur die keulenförmigen mit Spiralfaser und Fadennetz versehenen Zellen als Träger autonomer, aber nichtsdestoweniger von aussen beeinflusster Wirkungen anzusehen sind, während die verschiedenen Arten spindelförmiger und bipolarer Zellen blos mit der Aufgabe der Leitung (nur contripetal?) zu thun haben, und zu den für letztere bestimmten Nervenröhren eine Zugabe bilden, deren physiologische Leistung noch genauer zu ermitteln bleibt.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind von Stud. A. Bidder bei 450maliger Vergrösserung eines Hartnack'schen Instrumentes gezeichnet, Figg. 1, 2 und 6 naeh Behandlung mit Goldchlorid, die übrigen nach Einwirkung von Chromsäure und darauf folgender Karmintinction. Bei

allen Figuren ist die Nervenzelle nebst Anhang von der gekernten Primitivscheide umgeben, die durch die vorhergehende Essigsäureeinwirkung zu einem breiten lichten Ringe aufgequollen ist.

Fig. 1. Von dem Rande der tellerförmigen Grube des Zellenprotoplasma erheben sich zipfelartige Fortsätze, die in zwei Kerne zusammentreten, aus denen abermals mehrere Fäden hervorgehen, welche sich in das anliegende Nervenbündelchen einsenken; spiralige Anordnung zeigt sich nicht.

Fig. 2. Die gerade Faser lässt sich durch das Zellenprotoplasma bis dicht an den Kern verfolgen; da in letzterem wegen seiner tiefdunkeln Färbung ein Kernkörperchen nicht zu unterscheiden ist, so ist der Ursprung des die Zelle umspinnenden Fadennetzes aus dem nucleolus auch nicht zu sehen; einzelne Fäden des Netzes ragen über den Rand der Zelle hinaus und geben sich dadurch als selbstständige Gebilde zu erkennen. Die gerade Faser liegt in dem hyalinen Zellenanhang, der von einigen Spiraltouren umgeben erscheint.

Fig. 3 u. 4. Aus dem Zellenanhang gehen deutlich zwei Fasern hervor, eine breitere und gerade, die sich bis zu dem Zellenprotoplasma verfolgen lässt, und eine schmälere, deren Zusammenhang mit den mehrfachen und dicht gedrängten Spiraltouren nicht hervortritt. Letztere sind nicht über die ganze Breite des Zellenanhanges hin deutlich ausgeprägt.

Fig. 5. Das Protoplasma der Zelle ist ausgezeichnet durch seine Kugelgestalt und durch die bis an die tellerförmige Grube herabgerückte Lage des Kernes. Die gerade Faser lässt sich bis zum Kern deutlich verfolgen; von dem Kernkörperchen gehen ein Paar zarte Fäden aus, die zur Aussenfläche der Zelle hindurchzudringen bestimmt scheinen. Am Rande der Grube sind mehrere feine Fäden zu unterscheiden, deren Ursprung von dem Kernkörperchen und dem Protoplasma dadurch wahrscheinlich wird, dass sie in eine den geraden Axencylinder begleitende, aber der Spiraltouren ganz ermangelnde schmale und gekernte Faser übergehen.

Fig. 6. Dem vorderen Scheidewandnerven entnommene Zelle 63 Tage nach Durchschneidung des Vagus. Das Protoplasma nebst Kern und Kernkörperchen, der Axencylinder und der denselben umgebende Zellenanhang sind ganz unverändert. An Stelle des Fadennetzes und der zweiten gewöhnlich spiraligen Faser findet sich innerhalb der Zellenscheide nur eine Menge von Fettmolekeln zerstreut.

Dorpat, im September 1867.

Ueber Bau und Entwickelung von Polygordius.

Von

ANTON SCHNEIDER.

(Hierzu Taf. II. u. III. A.)

Die Gattung, welche den Gegenstand der folgenden Abhandlung bilden soll, ist von mir bereits in einer vorläufigen Mittheilung[1]) beschrieben worden. Ich hielt sie damals identisch mit der Gattung Rhamphogordius Rathke[2]). Seitdem ich aber durch die Güte des Herrn Professor Zaddach, dem ich hiermit meinen wärmsten Dank dafür ausspreche, Gelegenheit hatte, das Originalexemplar des Rhamphogordius lacteus zu untersuchen, habe ich mich überzeugt, dass die von mir entdeckte Wurmgattung vielmehr neu ist. Sie erhält also auch einen neuen Namen Polygordius. Leider ist das einzige Originalexemplar des Rhamphogordius, namentlich das Schwanz- und Kopfende, wahrscheinlich schon durch die Untersuchung Rathke's, sehr verstümmelt. Soviel ich daran beobachten konnte, hat aber Rhamphogordius keineswegs, wie Rathke in seiner Beschreibung vermuthete, irgend eine Aehnlichkeit mit den Nemertinen, sondern ist ein unzweifelhafter Nemathelminth, und zwar ein höchst merkwürdiger, der zur Aufstellung einer neuen Ordnung nöthigen wird. Ich behalte

1) Monographie der Nematoden. Berlin 1866. S. 326.
2) Nova Acta nat. cur. 1843 P. II. S. 237.

mir vor, über den Rhamphogordius bei einer andern Gelegenheit zu berichten.

Die Polygordius finden sich in Helgoland an der Westseite der Insel, nach aussen von den steilen Abhängen der Klippe. Sie wurden mit dem Schleppnetze heraufgebracht, wenn dasselbe eine eigenthümliche Art von Detritus enthielt. Dieser Detritus von weisser Farbe, welcher meist aus Conchylien-Fragmenten besteht, soll nach Angabe der Fischer in Spalten der Gesteine liegen. Nicht blos, weil diese Stellen beschränkt sind, sondern auch weil die Westseite den Winden stark ausgesetzt ist, hält es schwer, sich diese Würmer in hinreichender Menge zu verschaffen. Wie wir aus der Verbreitung der Larven sehen werden, ist das Vorkommen der Gattung Polygordius oder einer nahen verwandten noch festgestellt für Norwegen, das Mittelmeer, und die Ostküste von Nordamerika.

Wir werden zuerst Gestalt und Bau der zwei bei Helgoand vorkommenden Species P. lacteus und purpureus und dann die Entwickelungsgeschichte einer im geschlechtsreifen Zustande noch unbekannten Species aus dem Mittelmeere beschreiben.

P o l y g o r d i u s l a c t e u s besitzt eine Länge von 40—50 Mm., eine Dicke von 1,5 Mm. Die Dicke ist im ganzen Körper ziemlich gleich und nimmt nur nach vorn etwas ab. In Alkohol contrahirt sich das Thier sehr bedeutend, z. B. ungleich mehr als Nematoden. Der Querschnitt des Leibes ist flach elliptisch. Die Körperfarbe ist weiss mit einem Stich ins Rothe. Die Thiere krümmen sich wie Gordien knäuelartig zusammen, bewegen sich aber selten von der Stelle, meist verkriechen sie sich unter die Steinchen. Beim Anfassen brechen sie leicht in Stücke, weshalb man nur selten vollständige Exemplare erhält. Die Stücke bleiben noch Tage lang am Leben. Das Vorderende (Fig. 1) erkennt man leicht an den ziemlich langen und beweglichen Fühlern. Die Länge der Fühler ist nicht constant, auch an beiden Seiten oft ungleich. Ich vermuthe deshalb, dass dieselben sich verkürzen und verlängern können. Direct beobachten liess sich dies jedoch nicht. Die Fühler enthalten

einen Hohlraum, der mit der allgemeinen Leibeshöhle communizirt. Der Mund bildet einen dreieckigen Spalt. Vor demselben liegt an jeder Seite eine quer gestellte schmale Grube, die auf dem Rücken der Mittellinie sich nähert, während sie seitlich herumgreift und sich, wie es scheint, in den Mund verliert. Diese Gruben, welche sich auch durch eine dunklere Färbung auszeichnen, sind die einzigen bewimperten Körperstellen. Der Körper ist in Glieder getheilt, welche durch scharfe, die Haut durchsetzende Linien bezeichnet sind. Im vorderen Theile ist die Segmentirung nur im Innern durch die Anschwellungen des Darmes und die Dissepimente ausgesprochen. Erst etwa über der zwanzigsten Darmeinschnürung bildet sich auch auf der Haut der Einschnitt aus. Aeusserliche Vertiefungen finden sich an den Grenzen der Glieder nicht, sondern die Körperbegrenzung bleibt immer geradlinig. Allein bei Berührung zerbricht das Thier doch genau in den Einschnitten der Glieder. Das Hinterende enthält die Afteröffnung. Sie ist von 8 Zacken umgeben, welche die Figur einer Mauerkrone bilden (Fig. 2). Kurz vor dem Hinterende stehen im Leibesumfang gleich vertheilt etwa 24 Warzen. Ihre feinhöckerige Oberfläche ist nicht mit der gewöhnlichen festen Körperhaut überzogen, sondern weich. Mittelst dieser Warzen heftet sich das Thier, wie man schon auf dem Objectglas beobachten kann, auf der Unterlage nach Belieben fest. Bei Bewegungen des Thieres ziehen sich die Warzen ein Stück in die Länge ohne abzureissen. Die Art der Anheftung ist dieselbe, wie sie bei gewissen Turbellarien vorkommt. Genauer in die Structur dieser Organe liess sich nicht eindringen. An einem sehr jungen Polygordius, welchen wir weiter unten beschreiben werden, glichen diese Organe sehr den Tastpapillen der Nematoden.

Die Haut besteht aus einer weichen subcutanen und einer festen Cuticularschicht. Zellen lassen sich in der subcutanen Schicht nicht erkennen, dagegen viele stark lichtbrechende grössere Körner. An der Cuticularschicht unterscheidet man die bekannten gekreuzten Fasern. Es lässt sich daraus schliessen, dass diese Schicht aus mehreren Lagen besteht, obgleich man

dieselben wegen der geringen Dicke nicht sicher trennen kann. Nach aussen von den gekreuzten Fasern scheint keine Lage zu folgen. Durch die ganze Dicke der Cuticularschicht laufen zahlreiche Porenkanäle von viereckigem Querschnitt, die frei nach aussen münden. Es gleicht mithin die Hautstructur vollständig derjenigen der borstentragenden Nemathelminthen. Auf der Haut erheben sich zahlreiche unregelmässig gestellte dünne Haare.

Auf die Hautschicht folgt nach Innen die Muskelschicht. Sie besteht nur aus Längsfasern. Die Platten der fibrillären Substanz stehen mit ihren Kanten auf der Haut dicht nebeneinander, wie die Blätter eines Buches. Es gleicht somit die Muskelschicht vollständig der eines Gordius, und wir würden den Polygordius also zu den Holomyariern rechnen müssen. Diese Platten fibrillärer Substanz haben zwar nur eine beschränkte Länge, erstrecken sich jedoch immer durch mehrere Glieder und werden in keiner Weise von der Gliederung des Leibes betroffen. Der Muskelschlauch ist an vier Stellen unterbrochen: in der Rücken- und Bauchlinie und in den beiden Seitenfeldern. Diese in der That schmalen [1]) Seitenfelder habe ich bei meiner früheren Mittheilung übersehen. Sie würden auch gar nicht auffallen, wenn sie nicht durch den Ansatz der Quermuskeln bezeichnet würden. Von der Bauchlinie gehen nämlich breite bandartige Quermuskeln nach den Seitenfeldern, welche sich an der subcutanen Schicht inseriren. Diese ventralen Quermuskeln kommen, wie ich jetzt gezeigt habe[2]), bei den gegliederten borstentragenden Nemathelminthen allgemein vor und entsprechen den bei den Männchen der Nematoden so deutlichen Musculi bursales. Ich muss jetzt hinzufügen, dass sie auch bei den Weibchen der Nematoden ihr Analogon besitzen, nämlich in den Dilatatoren der Vulva, Muskeln, welche ebenfalls von der Bauchlinie nach den Seitenfeldern gehen [3]). Andere Querfortsätze der Muskelschicht nach der Bauch- und Rücken-

1) Bei dem später zu beschreibenden sehr jungen Polygordius sind die Seitenfelder viel breiter.

2) Monographie der Nematoden. S. 328.

3) l. c. Taf. XXIII, Fig. 4.

linie giebt es bei Polygordius nicht. Die Dissepimente kann man auch als zur Muskelschicht gehörig betrachten. Sie bestehen aus einer homogenen Grundmasse, welche in den der fibrillären Substanz aufliegenden Theil der Muskelschicht unmittelbar übergeht. In dieser homogenen Grundmasse liegen einzelne Muskelfasern eingebettet welche von der Rücken- und Bauchlinie ausstrahlend (Fig. 5) sich in den Seitengegenden kreuzen.

Ein Nervensystem liess sich nicht nachweisen, doch scheint am Mund ein Ganglion zu liegen. Es wäre jedoch gewiss falsch den Polygordius deshalb ein Nervensystem absprechen zu wollen.

Der Verdauungskanal beginnt mit einem Oesophagus, der ein wenig dünner und länger ist als die folgenden Darmsegmente. Man könnte ihn von Aussen für ein gewöhnliches Darmsegment halten, allein auf Querschnitten zeigt er denselben Bau wie der Oesophagus eines Nematoden, nur dass die Muskelschicht verhältnissmässig dünn ist.

Der Darm besteht aus vielen cylindrischen Zellen mit feinkörnigem Inhalt, die auf ihrer Innenfläche wimpern. Der Querschnitt des Darmes ist eine Ellipse, deren Längsaxe dorsoventral gestellt ist, ja, der Darm liegt ziemlich genau an der Rücken- und Bauchlinie an. Obgleich sich bei der Zartheit der Gewebe nicht Alles deutlich erkennen lässt, so glaube ich doch gesehen zu haben, dass ein von der Bauch- und Rückenlinie ausgehendes Mesenterium vorhanden ist, wie es bei Sagitta und Arenicola z. B. so deutlich erkannt wird. Die Einschnürungen des Darmes finden nur von der Seite her statt, weshalb man auch nur, wenn das Thier auf der Rücken- und Bauchlinie liegt, die Segmente des Darmes erblicken kann, während, wenn das Thier genau auf der Seite liegt, der Darm ganz ungetheilt erscheint. Ein besonderer Mastdarm lässt sich nicht unterscheiden.

Der Hauptstamm des Blutgefässsystems liegt auf der Rückseite zwischen Darm und Rückenlinie, also wahrscheinlich im Mesenterium eingebettet. In jedem Segment und zwar am Vorderende desselben entspringt rechts und links ein Ast,

welcher gleiche Weite mit dem Stamm besitzt (Fig. 3). Nachdem dieser Ast bis an das Seitenfeld nach aussen gelaufen, biegt er nach hinten um und endigt blind im Hinterende des Segmentes. An seinem Vorderende, welches unmittelbar vor der Mundöffnung liegt, giebt der Stamm ebenfalls zwei solche Aeste ab, welche aber nicht blind enden, sondern auf der Bauchseite sich durch eine quere Anastomose verbinden (Fig. 4). Die Blutgefässe sind sehr dünnwandig. Das Blut hat eine rothe Farbe, enthält aber keine Blutkörperchen. Eine Circulation desselben liess sich nicht wahrnehmen.

Jedes Segment in dem mittleren Theil des Körpers enthält ein Segmentalorgan. Dasselbe ist ein überall gleichweites innen wimperndes Rohr, welches in gerader Richtung fast durch die ganze Länge des Segmentes sich erstreckt, sich vorn mit einem kurzen Schenkel nach innen, hinten ebenso nach aussen biegt. Die Mündung nach aussen schien mir am Hinterende zu liegen, allein mit Sicherheit habe ich niemals die Durchbohrung der Haut gesehen.

Die Geschlechtsorgane sind auf verschiedene Individuen vertheilt, äusserer Unterschied der Geschlechter schien mir nicht vorhanden. Eier und fadenförmiger Saamen lagen in dieser Jahreszeit — August — in den hinteren Segmenten. Es liessen sich weder Ausführungsgänge noch besondere Geschlechtsorgane nachweisen.

Polygordius purpureus kam mir nur in wenigen Exemplaren vor, daher ich eine ausführliche Beschreibung nicht geben kann. Er ist von 15 Mm. Länge und fällt durch seine intensiv blutrothe Farbe leicht auf. Der Kopf ist mit zwei langen Fühlern besetzt (Fig. 6). Das Hinterende weicht von dem des P. lacteus ab, indem es nur aus zwei ungleichen Lippen gebildet wird (Fig. 7). Der Mund befindet sich immer in einem dicken dem Körper aufsitzenden bluthrothen Wulste, welcher durch jede etwas unsanfte Berührung abgerissen werden kann (Fig. 8). Es hat mir immer geschienen, als ob dieser Wulst nur ein Prolapsus des Oesophagus wäre, welchen das Thier vielleicht selbst hervorbringt, wenn es aus seinem natürlichen Aufenthalt in der

Tiefe genommen wird. Die Thiere sind hermaphroditisch und enthielten im August reifen Saamen und Eier.

Wir gehen nun zur Entwicklungsgeschichte über. Die Larve des Polygordius ist schon längst bekannt, es ist die berühmte Lovén'sche[1]) Annelidenlarve, über deren Schicksal soviel Vermuthungen aufgestellt worden sind. Wie Lovén selbst so haben auch die Späteren vermuthet, dass ein borstentragender Ringelwurm daraus hervor gehen müsse. In neuester Zeit nur hat Alex. Agassiz[2]) eine mit der Lovén'sehen nahe verwandte Larve beschrieben, die sich zu einer Turbellarie entwickeln soll. Alle diese Vermuthungen mussten die Wahrheit verfehlen, da eben der erwachsene Polygordius vollkommen unbekannt war.

Ich selbst fand die nun näher zu beschreibenden Larven bei Nizza während des März. Meine Larven lassen sich von denen Agassiz's nicht unterscheiden, dagegen sehr wohl von denen Lovén's. Die frühsten Stadien sind mir nicht vorgekommen.

Durch die Beobachtungen Lovén's, welche von Agassiz bestätigt werden, ist aber festgestellt, dass sie in einem jüngeren Stadium nahe zu die Gestalt eines Ei's besitzen. Der breite Pol ist das Kopfende, der spitze das Hinterende, welches den After enthält. Mehr dem Vorderende genähert läuft ringsherum ein breiter stark wimpernder Wulst. Dicht hinter demselben liegt der Mund. Der Wurm wächst nun in der Weise aus, dass sich im hintern Theil der After als ein dünner Cylinder verlängert. In diesem letztern Stadium fand ich die Larve (Fig. 9). Um den Aequator des kugelförmigen Theiles verläuft ein vorspringender Wulst, welcher zwei Reihen von Wimpern trägt. Hinter demselben liegt der Mund und hinter dem Mund folgt wieder ein Wimperkreis, welcher aber nicht vorspringt, auch nur eine Reihe von Wimpern besitzt.

---

1) K. Vetenkaps Academiens Handlingar 1840 und Wiegmann's Arch. 1842. P. 302.

2) Annals Lyceum. Nat. hist. of New-York. Vol. VIII. June 1866. Pag. 303.

Der Vorderpol trägt einen kurzen kegelförmigen in dorsoventraler Richtung etwas breitgedrückten Aufsatz, der an seiner Spitze mit Wimpern besetzt ist und jederseits einen schwarzen Augenpunkt trägt. Dieser Aufsatz ist solid, und die ihn bildende zellige Masse springt nach hinten in das Innere der Körperhöhle halbkuglich vor. In der Leibeszelle des vorderen Theiles der Kugel verlaufen zarte Linien, theils in der Richtung von Parallelkreisen theils in der Richtung von Meridianen. Es sind wahrscheinlich Muskelfasern. Denn wenn dieser Körpertheil sich, wie es mitunter sehr lebhaft geschieht, contrahirt, bilden sich Einschnürungen, welche dem Verlauf dieser Linien entsprechen. Das lange wurmförmige Hintertheil ist gegen das kugelförmige Vordertheil scharf abgesetzt. Um das Hinterende befindet sich ein Wimperkranz. Der Darm beginnt mit einem kurzen und engen Oesophagus, der schief nach innen und vorn gerichtet ist und in eine weite senkrecht auf die Längsaxe verlaufende Abtheilung des Darmes mündet, welche dann nach hinten in den gerade verlaufenden Darmtheil übergeht. Der Darm zerfällt durch Einschnürungen in etwa zwölf Abtheilungen. Am Hinterende bleibt ein längeres Stück ungetheilt. Die Muskeln lassen sich schon unterscheiden, und es sind deutlich die beiden Seitenfelder vorhanden, die etwa ein Sechstel des Leibesumfanges einnehmen. Die Muskelfelder endigen am kugelförmigen Theil. Jedes der ventralen Muskelfelder geht aber in einen dünnen Strang über, welcher nach vorn in den Aufsatz an dem Vorderpol übergeht (Fig. 13). An der Haut des wurmförmigen Theiles kann man eine feste Cuticula unterscheiden, auf welcher einzelne Haare aufsitzen. Unter der Cuticula liegen ölartige Kugeln von orangegelber Farbe, welche bereits von A. Agassiz beschrieben worden sind[1]). Ein Kreis derselben liegt vor dem vordern Wimpernkranz, und vier Längsreihen verlaufen an dem Hinterleibe, so dass ungefähr auf jedes Segment in jeder Reihe eine Kugel kommt. An dem hintern Wimperkranz häufen sich dieselben wieder mehr an. Es erinnern diese Kugeln an ganz ähnliche, welche bei Aeolosoma

1) Lovén beschreibt von seiner Larve keinen derartige Kugeln

vorkommen. Ist das Thier unverletzt, so lassen sich noch keine Andeutungen einer Segmentirung der Haut erkennen. Drückt man aber dasselbe mit dem Deckglas, so zerfällt es durch scharfen Einschnitt in seine Segmente.

Die Veränderungen, welche nun mit der Larve vor sich gehen, bestehen darin, dass an dem Aufsatze vor dem Pole zwei Tentakel sprossen, und dass das kugelförmige Vordertheil allmählig schwindet, bis daraus der kegelförmige Kopf des Wurmes wird.

Die Abbildungen Fig. 10—15 werden hinreichen, um von den allmählichen Veränderungen eine Vorstellung zu geben. In der Gefangenschaft lebten die Larven längere Zeit, allein sie entwickelten sich nur langsam und verkümmerten sichtlich.[1]) Ich war deshalb im wesentlichen auf das Resultat der pelagischen Fischerei angewiesen, doch sind mir nlle Stadien wiederholt zu Gesicht gekommen. Der glücklichste Fund war der eines vollkommen ausgebildeten Exemplar's, welches alle Charactere eines Polygordius an sich trug, durch seine Grösse und die orangefarbenen Kugeln aber hinreichend die Abstammung von diesen Larven an den Tag legte (Fig. 14). Dasselbe zeigt auch kurz vor seinem Hinterende den Kranz von Haftorganen, welche aber etwas abweichen von den bei P. lacteus vorkommenden. Es sind einfache kegelförmige mit einer inneren festeren Pulpa versehene Fortsätze, die an die Papillen der Nematoden erinnern.

Dass Polygordius zu den Nemathelminthen gehört und unter denselben eine eigene Ordnung bilden muss, habe ich bereits in der oben citirten Stelle des Nematodenwerkes auseinander gesetzt. Will man die systematische Stellung des Polygordius bezeichnen, so kann man ihn einen gegliederten Gordius nennen. In einem ähnlichen Sinne würden z. B. Nereïs Glycera Lumbricus gegliederte Ascariden sein.

---

1) Daraus erklärt sich auch, warum die in der Gefangenschaft aufgezogenen Larven von Agassiz keine Tentakel besassen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Polygordius lacteus. Kopfende von der Rückenseite. *f.* Wimpergrube, *g.* Ganglion? *o.* Mund durchscheinend. Verg. 34.

Fig. 2. Derselbe. Schwanzende. *p.* Haftorgane. Verg. 34.

Fig. 3. Derselbe. 2 Glieder aus dem mittleren Körpertheile. Bauchseite. *a.* Gränze eines Gliedes. *i.* Darm. *s.* Segmentalorgan und dessen Mündung. *pt.* Dissepimente. Verg. 34.

Fig. 4 Derselbe. Blutgefässe vom Kopfende. *t.* Längsstamm. *r.* erster Seitenast. *n.* Anastomose zwischen den beiden ersten Seitenästen ventral gelegen. *r''* *r'''* zweiter u. dritter Seitenast, blindendigend.

Fig. 5. Derselbe. Querschnitt an einem Spiritusexamplare durch die Gränze zweier Ringe geführt. *i.* Darm. *pt.* Dissepiment, *m.* Leibesmuskelschicht. *c.* Hautschicht. *mb.* ventrale Quermuskel. *v.* Bauchlinie. *l.* Seitenlinie. Verg. 90.

Fig. 6. Polygordius purpureus. Kopfende. Rückseite. *i.* Darm. Verg. 34.

Fig. 7. Derselbe. Schwanzende seitlich. *o.* Eier.

Fig. 8. Derselbe. Kopfende. Bauchseite. *o.* Mundöffnung zwischen den beiden Wülsten.

Fig. 9. Larve des Polygordius. Rückseite. *oc.* Augenpunkte. *r.* Strang. *ff.* gelbe Tropfen. Verg. 62.

Fig. 10. Dieselbe. Vorderende. Seite. *r.* Retractor. *o.* Mund.

Fig. 11. Dieselbe. Kopfende. Rückseite. *a.* Fühler. *oc.* Augen *n.* fragliche. Organe. Der Larvenkopf fast geschwunden, eine Wimperreihe.

Fig. 12. Dieselbe. Fast in gleichem Stadium. Länge der Fühler grösser.

Fig. 13. Dieselbe. Larvenkopf etwas geschwunden, um die Entstehung des Stranges. *r.* aus einer Verlängerung der Bauchmuskelfelder zu zeigen. *l.* Seitenfeld, *o.* Mund.

Fig. 14. Polygordius wie er aus dieser Larve hervorgeht. Verg. 90.

Ueber die Ursachen der Temperatur-Erniedrigung bei Unterdrückung der Hautperspiration.

Von

Dr. W. Laschkewitsch aus Petersburg.

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass, wenn man einem Thiere durch Ueberziehen der Haut mit Leim, Firniss, Eiweiss oder irgend einem anderen klebrigen Stoffe die Hautperspiration unterdrückt, bei demselben krankhafte Erscheinungen eintreten, unter denen das Thier zu Grunde geht. Diese Erscheinungen sind: Unruhe, starkes Zittern, anfangs beschleunigte Athembewegungen und verstärkte Pulsfrequenz, die später allmälig in eine Verlangsamung übergehen, Sinken der Bluttemperatur bis 20—19° C. und Auftreten von Eiweiss im Harne. In einigen Fällen stellen sich Krämpfe ein. — Das abgekühlte Thier sinkt endlich scheintodt zusammen, die Athembewegungen und Herzthätigkeit sind kaum bemerkbar. — Valentin fand, dass in diesem Zustande die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure auf einen kleinen Bruchtheil ($^1/_8$ bis $^1/_6$) der normalen sinkt. (Dasselbe beobachtete Dr. Jacoby bei der künstlichen Abkühlung von Thieren. Medicynsky Wiestnik, St. Petersburg 1863). Bald nachher tritt auch der Tod ein. Bei der Obduction ergeben sich starke Blutfülle der Haut, des Unterhautgewebes der Muskelsubstanz, Hyperaemie der inneren Organe, wie: Lungen, Leber, Nieren und Milz, Ergüsse in die serösen Höhlen. In der

Leber verschwindet der Zucker. Bemerkenswerth ist es, dass die Lebensgefahr von der Hautfirnissung sich nach der Grösse des Thieres richtet; je kleiner das Thier ist, desto schneller geht dasselbe zu Grunde. So sterben Kaninchen schon nach 6—12 Stunden, während das Pferd nach Gerlach's Beobachtung erst nach mehreren Tagen zu Grunde geht. Claude Bernard behauptet, dass das gefirnisste Thier am Leben bleiben kann, wenn nur eine kleine Hautstelle frei gelassen wird. Dagegen haben Edenhuizen's Versuche gezeigt, dass ein Thier unrettbar zu Grunde geht, wenn die Hautfirnissung $^1/_6$ Theil der ganzen Oberfläche übertrifft. Meine Versuche haben in dieser Beziehung die Angaben von Edenhuizen vollständig bestätigt.

Höchst interessant sind die Beobachtungen von Valentin über die belebende Wirkung der Erwärmung auf die gefirnissten Thiere. Derselbe fand, dass alle krankhaften Erscheinungen aufgehoben werden können, wenn das gefirnisste Thier in eine höhere Temperatur (20—25°) gebracht wurde. Das Thier erholt sich vollständig, selbst wenn es dem Tode nahe war, wird munter, bewegt sich kräftig und nimmt wieder Nahrung zu sich (Arch. für physiol. Heilk. Bd. 11, S. 433). Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure erreicht wieder die normale Höhe. Dasselbe ist auch von Schiff beobachtet worden.

Was Menschen anbelangt, so steht es fest, dass sie ausgedehnte Hautverbrennung nicht überleben können. Daraus schliesst man, dass Störungen der Hautfunctionen ebenso gefährlich sind für Menschen, wie für Thiere. Doch muss man gestehen, dass Hautverbrennung ein complicirterer Vorgang ist, als die blosse Firnissung der Haut. Dieser Vorgang ist hauptsächlich zusammengesetzt aus einem fieberhaften Zustande, Entzündung der Haut, der inneren Organe, wie des Duodenum, der Leber, Nieren und Lungen. Dabei stellen sich heftige Schmerzen ein, die nicht unberücksichtigt bleiben sollten. Alle diese pathologischen Erscheinungen kommen nie zum Vorschein bei der Hautfirnissung. Man bekämpft gewisse Hautkrankheiten dadurch, dass man die ganze Oberfläche des Körpers mit Schmiersalben bedeckt und nachher die Kranken das warme

Zimmer hüten lässt. Dabei stellen sich keine krankhaften Erscheinungen ein. Die Geschichte liefert jedoch ein unglückliches Beispiel von der Gefährlichkeit der unterdrückten Hautperspiration auch bei Menschen. Zur Krönung des Papstes Leo X. wurde ein Kind, das einen Engel darstellen sollte, vergoldet und starb, noch ehe es seine hohe Rolle ausführen konnte.

Was ist die Ursache dieses Phänomens? Bis jetzt blieb diese Frage unbeantwortet. Man nimmt gewöhnlich an, dass irgend ein Stoff existirt, der im Blute zurückbleibt, und der alle die erwähnten Erscheinungen hervorrufen soll. — Diese Erklärung, die vorgeschlagen wurde zu einer Zeit, als die Lehre von den „Retenta" noch die ganze Medicin beherrschte, erhielt sich bis heute, und schien sogar bekräftigt zu werden durch die Arbeit von Edenhuizen (Nachr. von der Universität zu Göttingen 1861 S. 288). Der Letztere glaubt diesen angeblichen Stoff nachgewiesen zu haben, indem er eine Spur von flüchtigem Alkali auf freien Hautstellen des gefirnissten Thieres bemerkte; dieses soll nach ihm im normalen Zustande nicht vorkommen. Doch diese Behauptung kann ich nach meinen Versuchen als irrig bezeichnen.

Die Angabe von Edenhuizen konnte aber nicht alle Zweifel an der Existenz des schädlichen Stoffes überwinden, die von manchen Physiologen (Rosenthal, Kühne) ausgesprochen wurden. Die Frage blieb also ungelöst. Ich habe deshalb im Laboratorium des Herrn Professor du Bois-Reymond eine Reihe von Versuchen zur Lösung dieser Frage unternommen. Ich ergreife diese Gelegenheit, um Herrn Professor du Bois-Reymond meinen Dank dafür zu sagen. Als Versuchsthiere brauchte ich Kaninchen; zur Firnissung benutzte ich Leim, Asphaltfirniss und Oelfirniss.

Meine erste Aufgabe war, mich zu überzeugen, ob das flüchtige Alkali wirklich nur bei bestrichenen Thieren vorkomme und im normalen Zustande fehle, wie es Edenhuizen behauptet. — Meine Versuche haben jedoch, wie ich schon früher erwähnt, gezeigt, dass dies Alkali sich ebenso constant wahrnehmen lässt bei normalen wie bei gefirnissten Thieren. Das-

selbe ist nichts anderes, als das Zersetzungsproduct der Haare und der Epidermis, es kann bei einem und demselben Thiere auf verschiedenen Hautstellen mit grösserer oder geringerer Leichtigkeit wahrgenommen werden, ist also nichts Abnormes.

Weiterhin habe ich das Blut von bestrichenen Thieren mikroskopisch und mit dem Spectral-Apparat untersucht, erhielt aber nur negative Resultate.

In der Voraussetzung, dass diese schädliche Substanz vielleicht im Blute circulirt, habe ich das Blut von gefirnissten Thieren gesunden eingespritzt, in der Hoffnung, irgend eine krankhafte Erscheinung dabei wahrzunehmen. Das war aber nicht der Fall. Ich bin deshalb geneigt, die Existenz einer solchen schädlichen Substanz als Folge der unterdrückten Hautperspiration in Abrede zu stellen.

Gerlach und einige frühere Autoren sind der Ansicht, dass der Tod bei Hautfirnissung durch Asphyxie verursacht wird. Obwohl einige Ueberlegung diese Anschauung höchst unwahrscheinlich macht, konnte ich dieselbe doch nicht unberücksichtigt lassen. Ich sah mich deshalb veranlasst, folgenden Versuch anzustellen: Ein Kaninchen wurde in ein mit Wasserstoff gefülltes Gefäss gesetzt, über die Schnauze des Thieres wurde eine Mundkappe gezogen, welche mittelst einer den Boden des Gefässes durchbohrenden Röhre mit der Aussenluft in Verbindung stand, und so dem Thiere die nöthige Athmungsluft zugeführt. Das Thier konnte in diesem Apparat ohne Schaden 6 Stunden bleiben. Daraus folgt also unmittelbar, dass die bei gefirnissten Thieren eintretenden krankhaften Erscheinungen nicht von der Aufhebung der Hautathmung abhängig sind.

Es blieb mir also Nichts übrig, als die örtlichen Veränderungen der gefirnissten Hautstellen direkt zu untersuchen. Zu diesem Zwecke bedeckte ich einem mittelgrossen Kaninchen die ganze hintere Extremität mit Firniss. Nach zwei Stunden bemerkte ich auffallender Weise, dass die gefirnisste Extremität viel wärmer war, als die andere. Ein unter die Haut gestecktes Thermometer zeigte an der gefirnissten Extremität 34,5° C., an der ungefirnissten 33°. Ich stellte darauf das be-

festigte Kaninchen in ein kaltes Zimmer, um die Abkühlungserscheinungen an den Extremitäten zu studiren. Eine nach einer Stunde vorgenommene Temperaturmessung ergab am gefirnissten Bein 33,2°, am ungefirnissten 32,5°. Das erstere hat also einen grösseren Wärmeverlust erlitten als das letztere. — Das Kaninchen starb nach 5 Tagen unter allen Erscheinungen der allgemeinen Abkühlung. Die Section ergab keine sichtbaren Veränderungen innerer Organe. Die Gefässe der gefirnissten Seite waren stark erweitert und mit Blut gefüllt, die Muskeln stark geröthet. Trotz dieser Hyperaemie war diese Extremität viel magerer als die andere. Der zweite Versuch wurde auf dieselbe Weise angestellt, nur mit dem Unterschied, dass ich anstatt Firniss Leim zum Bedecken benutzte. Das gewonnene Resultat blieb dasselbe, wie im vorigen Versuch. —

Aehnliche Versuche, welche ich mit einem calorimetrischen Apparat angestellt habe, ergaben noch überzeugendere Resultate. Ich benutzte für den ersten Versuch zwei gleich grosse Kaninchen, von denen das eine mit Firniss bedeckt war, das andere unverändert gelassen wurde. Zuerst wurde in den Apparat das gefirnisste Thier gebracht. Die Temperatur dieses Thieres war vor dem Versuch im Rectum 37,5°, die des Wassers 11°. Nach 10 Minuten erreichte das Wasser die Temperatur 15,5°, das Thier dagegen war bis 24° abgekühlt. Die verloren gegangenen 13,5° erhöhten die Temperatur des Wassers um 2,5°.

Gleich darauf wurde in denselben Apparat das gesunde Kaninchen, welches eine Bluttemperatur von 39° hatte, gebracht. In derselben Zeit wurde dieselbe Wasserquantität um 1,5° erwärmt. Das Thier verlor während dieser Zeit 11°.

Um jeden Zweifel an der Bedeutung dieses Versuches zu heben, der durch die Unmöglichkeit, zwei vollkommen gleich grosse Thiere zu bekommen, entstehen konnte, stellte ich nacheinander zwei Versuche mit einem und demselben Thiere an. Der erste bestand darin, dass ich das ungefirnisste Kaninchen in das Calorimeter brachte und es dort 5 Minuten verweilen liess. Die Bluttemperatur des Kaninchens war vor dem Hineinsetzen in den Apparat 40° C., beim Herausnehmen 37°. Die Temperatur des Wassers vor dem Versuch 8,5, nach demselben 9,5.

Am nächsten Tag machte ich mit demselben Kaninchen den zweiten Versuch. Ich firnisste das ganze Kaninchen und setzte es in denselben Apparat, der dieselbe Quantität von Wasser von derselben Temperatur (8,5) enthielt und liess es darin auch 5 Minuten. Die Bluttemperatur des gefirnissten Kaninchens war vor dem Versuch 39°, nach demselben 34°. Während dieser Zeit war die Temperatur des Wassers von 8,5° auf 10°, also um 1,5° gestiegen.

Es ist also klar, dass das Thier mit der unterdrückten Hautperspiration mehr Wärme verliert als im normalen Zustande.

Zur Ergänzung meiner Arbeit habe ich einen Controlversuch angestellt. Derselbe bestand darin, dass ein mittelgrosses Kaninchen mit Firniss bestrichen und gleich darauf in Baumwolle eingewickelt wurde. Bei diesem Thiere stellten sich keine krankhaften Erscheinungen ein, das Kaninchen war munter, nahm Nahrung zu sich und lebte so lange es die erwähnte Umhüllung trug.

Aus allen diesen Versuchen folgt unmittelbar, dass alle pathologischen Erscheinungen, die nach der Hautperspiration bei Thieren eintreten, auf den vermehrten Wärmeverlust zurückgeführt werden müssen. Durch diesen letzteren lässt sich der von vielen Forschern beobachtete Umstand leicht erklären, dass bei der Hautfirnissung kleine Thiere schneller zu Grunde gehen als die grossen, weil die ersteren verhältnissmässig grössere Oberfläche besitzen. Ebenso die belebende Wirkung der höheren Temperatur, die Schiff und Valentin beobachtet haben.

Jetzt fragt es sich, welche Bedingungen begünstigen diese Abkühlung? Bedingungen dazu sind in der Erweiterung (Hyperaemie) der Blutgefässe der Haut und des Unterhautgewebes gegeben. Sie ist also ein Phänomen demjenigen durchaus analog, welches nach der Durchschneidung der beiden Sympathici zum Vorschein kommt, wobei die Temperatur des Kopfes, der Ohren und des Halses sich erhöht, während die gesammte Temperatur des Blutes beträchtlich sinkt. Die Firnissung der ganzen Hautoberfläche wirkt wie die Lähmung der gesammten Gefässnerven. Die Erscheinungen sind daher dieselben, welche man bei Rückenmarkdurchschneidung beobachtet, wie sie noch

neuerdings von Tscheschichin im hiesigen Laboratorium studirt und beschrieben worden sind (dieses Archiv 1866, S. 151).

Ich habe noch die Versuche von Donders an Fröschen mit der unterdrückten Hautathmung zu erwähnen. Donders hat nämlich beobachtet, dass die Frösche, denen die Lunge ausgeschnitten und die Haut mit Gummi arabicum bestrichen wurde, verhältnissmässig rasch zu Grunde gehen; schneidet man aber einem Frosch die Luftzufuhr dadurch ab, dass man ihn unter Quecksilber bringt, so bleibt er längere Zeit am Leben. Versuche, welche ich über diese räthselhafte Erscheinung angestellt habe, erklären dieselbe auf eine sehr einfache Weise. Ein unter Quecksilber gebrachter Frosch kann die Athmung fortsetzen, weil in seiner Lunge ein hinreichendes Luftquantum sich befindet. Werden ihm aber die Lungen abgeschnitten, so stirbt er ebenso, wie derjenige, der durch Lungenabschneiden und Hautbedeckung mit Gummi arabicum seine Athmung eingebüsst hat.

Zum Schluss halte ich es für meine Pflicht, dem Herrn Prof. Rosenthal, der mir bei dieser Arbeit mit seinem Rathe beigestanden, meinen innigsten Dank abzustatten.

Berlin, im Anfang Januar 1868.

Seltene Rippenanomalie des Menschen.

Von

Dr. Chr. Aeby,
Professor in Bern.

(Hierzu Taf. III, B.)

Abweichungen vom normalen Bau sind bei den Rippen keine Seltenheiten. Ich glaube die Zahl der bereits bekannten Anomalien durch eine neue vermehren zu können; wenigstens gelang es mir nicht, in der mir zugänglichen Litteratur einen ähnlichen Fall aufzufinden.

Die Ausbildung betrifft die erste und zweite rechtseitige Rippe eines ungefähr 17jährigen weiblichen Individuums, das in höchst ausgezeichneter Weise den Typus der Mikrocephalie, ausserhalb des Kopfes aber durchaus regelrechte Bildungsverhältnisse darbot. Sie besteht im Wesentlichen darin, dass der Knorpel der ersten Rippe durch ein fibröses Band ersetzt war, während sie selbst in ihrem vorderen Ende mit dem entsprechenden Abschnitte ihrer Nachbarin knöchern zusammenfloss. Die Vereinigung begann über der Serratusrauhigkeit der zweiten Rippe und erstreckte sich bis zu deren vorderem Ende. Sie erzeugte eine Stelle von dreiseitiger Form, welche, mit der Basis nach abwärts, mit der Spitze nach aufwärts gerichtet, die Continuität des ersten Zwischenrippenraumes unterbrach und denselben in eine grössere hintere und eine kleinere vordere Abtheilung zerfällte. Von der Substanz der beiden Rippen

war sie weder äusserlich noch innerlich abgesetzt. Abgesehen von dieser Verwachsung bot die erste Rippe nichts eigenthümliches dar; in Form und Grösse stimmte sie genau mit derjenigen der gegenüberliegenden Seite überein. Anders die zweite Rippe. Bis zur Insertionsstelle des Serratus erhielt auch sie sich durchaus normal, dagegen war ihr vorderes Ende ungefähr um 25 Millimeter verkürzt. Durch eine entsprechende Verlängerung des Knorpels wurde dieser Ausfall so vollständig gedeckt, dass der beiderseitigen Symmetrie kein Eintrag geschah. Eine anderweitige Veränderung hatte der Knorpel nicht erlitten und namentlich war er mit Bezug auf Höhe und Dicke durchaus normal.

Diese regelrechte Beschaffenheit des zweiten Rippenknorpels zeigt zur Genüge, dass es sich hier nicht um eine jener schon mehrfach beobachteten Verschmelzungen zweier Rippenenden handeln kann. Denken wir uns die knöcherne Verbindungsbrücke mit der ersten Rippe hinweg, so haben wir eine zweite Rippe, welche mit Ausnahme der etwas bedeutenderen Längenentwickelung des Knorpels in keiner Weise von der Norm sich entfernt. Die Richtigkeit dieser Auffassung wird aber noch dadurch gestützt, dass der Sternaltheil der ersten Rippe ebenfalls, wenn auch in eigenthümlich modificirter Form vorhanden war. Von ihrem vorderen Ende ging nämlich ein starkes Faserband (l) aus, welches zum Seitenrande des Brustbeins, dicht unter dem Schlüsselbeineinschnitt hinübertrat. Es erreichte indessen das Brustbein nicht unmittelbar, sondern heftete sich an einen ansehnlichen knorpligen Fortsatz (c), der am Manubrium bis zum Ansatze des zweiten Knorpels sich herabzog und es rechterseits gleichsam einsäumte. Offenbar kommt hier eine unvollkommene Verknöcherung des Manubrium in Betracht, wie sich daraus ergiebt, dass dessen rechte Hälfte in transversaler Richtung weitaus weniger entwickelt ist, als die linke; dagegen kann der von ihm ausgehende Knorpelfortsatz nichts anderes sein, als der mediane Abschnitt des ersten Rippenknorpels, dessen lateraler Theil zu dem bereits erwähnten Bande sich umgestaltet hat. Somit sind morphologisch beide Rippen vollständig vorhanden, nur dass der Sternaltheil der

ersten eine ungewöhnliche Differenzirung erlitten hat. Auffällig ist namentlich gegenüber der regelwidrigen Knochenbildung die Schwächung des normalen Verknöcherungsprocesses; eine Knochenbrücke hat sich von der ersten zur zweiten Rippe hinübergeschlagen, dafür ist diese in ihren vorderen Enden gleich der rechten Hälfte des Manubrium sterni hinter der Gränze des regelrechten Wachsthums zurückgeblieben.

Auf Seiten der Muskulatur wurden nur die intercostales von dieser Ausbildung betroffen, indem ein Theil des ihnen sonst angewiesenen Raumes anderweitig in Beschlag genommen war. Dabei zeigte sich die merkwürdige Thatsache, dass die Schicht der intercostales externi in ununterbrochener Lage über die äussere Oberfläche der geschilderten Brücke hinwegzog. Sie verlor dabei freilich ihre Contractilität und bestand demnach nicht mehr aus Muskelfasern, sondern aus Sehnenfasern. Indem diese nach beiden Seiten allmählich in jene übergingen, ergaben sie sich als ihnen durchaus homolog, und bestätigten von neuem den Satz, dass Gebilde morphologisch gleichartig sein können, ohne dass sie physiologisch das geringste mit einander gemein haben. Es ist bekannt, dass überall dort, wo aus irgend einem Grunde die Beweglichkeit verloren geht, als Aequivalent für die Muskelfaser die Sehnenfaser auftritt.

So eigenthümlich auch unser Fall sich gestaltet, so scheint er doch eines Anschlusses an anderweitige Beobachtungen fähig zu sein. Struthers[1]) beschreibt eine erste Rippe, die in ihrem ersten Theile ligamentös entartet war und Luschka[2]) gedenkt eines Falles, wo die erste Rippe wegen Kürze ihres Knorpels das Brustbein gar nicht erreichte, dafür aber mit abgerundeten, nach unten überknorpelten Enden mit einem ihr entgegenwachsenden ebenfalls überknorpelten Fortsatz der zweiten Rippe in gegliederte Verbindung trat. Ich bin zur Annahme geneigt, dass es sich bei uns um eine Combination dieser beiden Fälle, verbunden mit einer Umwandlung des Gelenkes in knöcherne Verwachsung handelt.

Eine morphologische Deutung der vorliegenden Verhältnisse

1) Monthly Journal 1853.

2) Luschka, Anatomie des Menschen. Tübingen 1863. I, 2 pag. 118.

liesse sich vor der Hand noch nicht geben. Vielleicht darf bei der fibrösen Umwandlung eines Rippentheiles an eine besondere Form des allgemeinen Typus, an einen ersten Schritt zur Umwandlung des vollständigen Visceralbogens in einen unvollständigen, und eine Ueberführung der wahren Rippe in eine falsche gedacht werden. Bekanntlich finden sich derartige Mittelstufen normaler Weise am vorderen Rumpfende mancher Wirbelthiere. Dagegen findet die Verwachsung zweier Rippen im Thierreiche keinen Stützpunkt.

Man hat zwar geglaubt, die Schildkröten als einen solchen betrachten zu können, aber es lässt sich mit Leichtigkeit beweisen, dass der Panzer dieses Thieres nicht aus einer Verbreiterung und Verschmelzung der Rippen, sondern aus einer Vereinigung der sie einschliessenden Hautplatten hervorgeht.

Erklärung der Abbildungen.

C_1, erste, C_2. zweite Rippe, beide an ihrem vorderen Ende verschmolzen. c_2. zweiter, c_1. erster Rippenknorpel, letzterer rechterseits rudimentär und durch das Band l. mit seiner Rippe vereinigt. M Manubrium sterni.

Einiges über Flimmerepithel und Becherzellen.

Von

Dr. Rabl-Rueckhard.

Stabsarzt.

(Hierzu Taf. IIA.)

Die schon früher an Flimmerepithelien verschiedener Art gemachte, in neuester Zeit durch die Bemühungen von Eberth und Marchi erweiterte Beobachtung, dass unter Umständen eine Fortsetzung der Wimperhärchen bis in's Innere der Zelle, in das sogenannte Protoplasma, sich nachweisen lasse, veranlasste mich, bei der Wichtigkeit dieser Frage für die Auffassung der Entstehung und Bewegung jener Gebilde, weitergehende Untersuchungen über das Flimmerepithel verschiedener wirbelloser Seethiere anzustellen.

Mein Augenmerk war namentlich auf die oft wahrhaft riesigen Wimperhaare gerichtet, deren lebhaftes Spiel man an den Kiemen verschiedener Röhrenwürmer (Serpula, Sabella) bewundert. — So findet man an den Individuen der bei Helgoland nicht seltenen Gattung Sabella (pavonina?) den bei der rankenförmigen Einrollung der kammartigen Kiemen nach innen gelegenen freien Rand der einzelnen Lamellen mit grossen, durch die gegenseitige Abplattung fast vierkantig erscheinenden, deutlich kernhaltigen Zellen bekleidet, welche sehr lange und dicke Wimpern tragen, während der obere oder äussere Saum derselben Blätter ein sehr kurzhaariges Epithel zeigt. —

An abgeschnittenen, in Seewasser, als dem ihnen wohl

conformsten Menstruum, aufbewahrten Kiemenfäden vermag man nun stundenlang das Spiel der Flimmerhaare zu beobachten; während die in der Flüssigkeit wimpernd umhertreibenden, losgetrennten einzelnen Zellen einen genauen Einblick in das Verhalten der Härchen gegenüber der, als Cuticula oder Basalmembran bezeichneten, Verdickungsschicht der Zellhaut, sowie gegen den Zellinhalt gestatten. —

Nirgends findet sich hier auch nur eine Andeutung einer Fortsetzung der Wimpern über den freien Saum der Basalmembran in's Innere der Zelle, vielmehr sieht man, bei günstiger Lage des Objects, die Härchen mit etwas verbreiterter, in der Projection punktförmig erscheinender Basis der Cuticula aufsitzen. Letztere zeigt keine Streifung, sondern hebt sich als völlig hyaline, stark lichtbrechende Schicht von dem etwas körnigen Zellinhalt ab. —

Was die Bewegungserscheinungen der Wimperhaare betrifft, so wäre Folgendes zu erwähnen. Dieselben krümmen sich, indem ihre Spitze dem Ansatzpunkt der Basalmembran genähert wird, fast nach Art eines winkenden Fingers. Diese Krümmung geschieht mit grosser Energie; dann schnellen die Haare wieder in ihre gestreckte Lage zurück. Bei beginnendem Absterben, doch auch bisweilen ziemlich früh, sieht man die Wimpern ganzer Zellenreihen in jenem Contractionszustand, wo die Spitze gegen die Basis eingeschlagen ist, verharren; sie erscheinen dann um etwa die Hälfte verkürzt, dicker, und wie mit knopfförmiger Anschwellung endend. Letztere ist der optische Ausdruck der Knickungsstelle; die grössere Dicke rührt von dem Aneinanderliegen beider Hälften her. Aus diesem Contractionszustand können die Haare sich wieder lösen und ihr Spiel von vorn beginnen; mit dem Erlöschen der Bewegungserscheinungen überhaupt aber verharren sie in diesem, gewissermassen tetanischen Zustande und sterben darin ab. —

Jedenfalls findet sich also hier keine Andeutung einer Fortsetzung der Flimmerhärchen in's Innere der Zelle. Ich glaube aber nun, dass bei der Erörterung des Verhaltens beider Bestandtheile zu einander im Allgemeinen, auch negative Resultate ihren Werth haben, zumal wenn man sie unter

Bedingungen erhält, wo Alles dazu angethan scheint, die Reinheit und Leichtigkeit der Beobachtung zu begünstigen. Dies ist aber, wie gesagt, an den Kiemenblättchen der Sabellen in hohem Grade der Fall, indem man im Stande ist, ohne künstliche Trennung oder Isolirung, ganze Zellenreihen in ihrem natürlichen Längsschnitt lange Zeit lebend zu beobachten. Besteht wirklich ein Zusammenhang zwischen Flimmerhaaren und „Protoplasma" in der Weise, wie ihn Eberth und Marchi, gestützt auf den Befund am Darmepithel von Anodonta, annehmen, so würde man sich entschliessen müssen, diesen Zusammenhang zur Bedeutung eines typischen für alle Arten der Flimmerzellen zu erheben, und zu glauben, dass seine Erkenntniss nur in den meisten Fällen durch anderweitige Umstände erschwert oder verhindert werde. Sieht man trotzdem keine Spur einer dafür sprechenden Erscheinung da, wo die Verhältnisse so klar, wie in unserm Falle, zu Tage liegen, so kann man mit Recht die Deutung, welche jene Forscher der unter so viel schwierigeren Bedingungen gemachten Entdeckung einer Streifung des Zellinhalts geben, bezweifeln. —

Dass im Uebrigen die äussere Erscheinung mit der von beiden Forschern[1]) gegebenen Schilderung und Zeichnung übereinstimmt, davon vermag man sich mit Leichtigkeit bei gleicher Behandlung des Anodontendarms (Maceriren in dünner Lösung doppelt chromsauren Kali's oder in stark verdünnter Essigsäure) zu überzeugen. Was nun aber die Deutung der Erscheinung betrifft, so liegen zwei Möglichkeiten vor: entweder ist die Streifung der Ausdruck einer an der abgestorbenen Zelle auftretenden Gerinnung des Inhalts, respective Schrumpfung der Membran, oder sie besteht auch während des Lebens. —

Ich muss gestehen, dass mir die Erledigung dieser Frage von geringerer Wichtigkeit erscheint. Denn das constante Auftreten einer, durch ganz bestimmte, eigenthümliche Form-

1) Eberth Zur Kenntniss des feineren Baues der Flimmerepithelien (Virchow's Archiv B. XXXV. 3. Folge 5. Band) und

Marchi, Beobachtungen über Wimperepithel, (Archiv f. microskop. Anatomie von Max Schultze, B. II., 4. Heft.)

veränderungen sich kundgebenden Gerinnung, während sie bei so vielen, sonst gleich erscheinenden, Flimmerzellen ausbleibt, giebt eine gewisse Berechtigung, auf eine hier schon bei Lebzeiten bestehende Differenzirung, als Grund jener Veränderung, zu schliessen. Bemerken muss ich aber immerhin, dass es mir, vielleicht durch einen ungünstigen Zufall, nicht gelang, noch lebende, d. h. mit schwingenden Wimpern versehene Zellen zu isoliren. Durch die Maceration erlischt natürlich die Flimmerbewegung mit dem Leben, und nun tritt die Streifung deutlich zu Tage.

Lässt man nun auch die Existenz der Streifung als Lebenserscheinung zu, so ergeben sich zwei weitere Möglichkeiten für die Auffassung: entweder besteht eine den Streifen entsprechende Differenzirung des Zellinhalts („Protoplasma"), oder — die feine lineare Strichelung ist der Ausdruck einer zarten Längsfaltenbildung der Zellmembran. — Erst nachdem wir ersteres bejaht, letzteres zurückgewiesen haben, dürfen wir, weiter gehend, den Zusammenhang zwischen jenen Streifen und den Flimmerhaaren nachzuweisen suchen. —

Wie steht es nun mit dem Beweis, den Eberth für die erstere Ansicht, dass die Streifung den ganzen Zellinhalt betreffe, beibringt? Nach seinen Angaben sollen, wenn man, bei Anwendung starker Immersionssysteme (Hartnack 10,3) die Einstellung des Tubus wechselt, die Streifen nicht verschwinden, sondern je tiefer man kommt, immer neue Streifensysteme auftauchen, so dass man sich überzeuge, dieselben seien nicht blos oberflächliche Leisten, sondern sie liegen im Protoplasma, und zwar in verschiedenen Ebenen desselben. —

Ich muss gestehen, dass ich mich von dem Thatsächlichen dieser Angaben nicht überzeugen konnte. Betrachtet man Zellen, die mit schwach durch Essigsäure angesäuertem Wasser behandelt sind, so wird man meist die Flimmerhaare bis auf geringe Reste geschrumpft finden, während die Streifen ausserordentlich deutlich auftreten. — Bei ganz oberflächlicher Einstellung, unter Zuhilfenahme der schiefen Beleuchtung, erscheint die Streifung entschieden am deutlichsten, namentlich am freien Rande der Zelle, der dadurch ein ganz zackiges Aussehen

erhält. Bei tieferem Senken des Tubus wird die körnig geronnene Inhaltsmasse der Zelle deutlich, bis endlich, wenn der unten liegende Theil der Zellenmembran eingestellt ist, wiederum Streifen sichtbar werden. — Dass Eberth fortwährend neue Linien auftauchen sieht, erklärt sich als optische Täuschung. — Man kann sich nämlich mit Leichtigkeit durch Rollen isolirter Zellen überzeugen, dass dieselben, sei es von Natur, oder in Folge des Reagens, ausserordentlich platt sind, so dass ihr Tiefendurchmesser $^1/_3$ — $^1/_4$ des Breitendurchmessers beträgt. Da nun die Zellen meist ihre Breitseite dem Beobachter zukehren, wird es erklärlich, dass man bald die Streifen der oberen, bald die der unteren Zellwand einstellt, indem bei so winzigen Verhältnissen beide Streifensysteme durchschimmern. Dass man aber zwei Streifensysteme, die um die Dicke dieser platten Zellen von einander entfernt stehen, so gut wie gleichzeitig sehen kann, davon überzeugten mich Bilder, wo zwei Zellen schräg übereinander lagen. (Fig. Id.) Ich konnte hier die gezähnelten und gestreiften Basen beider gleichzeitig, fast gleich scharf, übereinander hin verlaufend, demonstriren. Jene Bilder aber, wo die körnige Inhaltsmasse zwischen den beiden Liniensystemen deutlich zu Tage tritt, erhielt ich an solchen Zellen, die mit ihrer schmalen Kante dem Gesichtsfelde zugekehrt lagen, wo also der Tiefendurchmesser ein drei- bis vierfacher war. — (cf. Fig. Ia. und b.)

Aber auch andere Bilder, die bei lang fortgesetzter Beobachtung hin und wieder auftraten, drängten mich zur Annahme einer Faltung der Membran: es waren dies Zellen, deren Inhalt durch die Maceration in Gestalt von Eiweisskugeln herausgequollen ist. Fig. Ic. stellt eine solche Zelle dar, an welcher Kern und die körnige Inhaltsmasse gleichzeitig aus der Membran entschlüpft sind. Nichtsdestoweniger bestand die Streifung in dem durch deutlichen Contour erkennbaren ursprünglichen Zellgebiete fort. Ich bin der Ansicht, man kann dieses Verhalten nur erklären, wenn man eben die Streifung nicht in den Zellinhalt, sondern in die Membran verlegt. —

Wir werden mithin auf die Annahme einer Faltenbildung

der Membran hingewiesen, und es fragt sich, ob diese Erscheinung nur vereinzelt am Darmepithel von Anodonta vorkommt, oder ob sich an andern verwandten Thieren Aehnliches nachweisen lässt. Unter der nicht sehr mannigfachen Molluskenfauna Helgolands, die mir zu Gebote stand, habe ich nur einmal, an den Epithelzellen des Darmes von Cardium edule, eine gleiche Längsstreifung beobachtet. — Da ich jedoch nur ein einziges lebendes Exemplar der Untersuchung unterwerfen konnte, andererseits mir auch nur eine geringe Vergrösserung (Schick, 300) zur Hand war, bin ich über die feineren Verhältnisse nicht in's Klare gekommen. Auffallend war nur, dass ich einmal auch eine mehrfache Querstreifung mehrerer Zellen zunächst dem flimmernden Ende sah, die indess bedeutend gröber erschien, als die Längsstreifung der Zellen des Anodontendarms. Ich behalte mir daher weitere Mittheilungen über diesen Punkt vor, den ich, sobald mir reichlicheres Material zu Gebote steht zu verfolgen gedenke. —

Sicher und wiederholt dagegen sah ich eine Längsfaltung an den, die Sypho von Buccinum undatum bekleidenden, Epithelzellen. Letztere (cf. Fig. II.) sind ziemlich schmale, stets flimmerlose Cylinderzellen, und zeigen, namentlich bei schiefer Beleuchtung, eine ausserordentlich scharfe, parallele Längsfaltung über die ganze Oberfläche der Zelle hin, während deren unteres Ende öfters in feine Fasern zerspalten erscheint. — Diese Streifung, viel gröber, als die bei Anodonta gefundene, setzt sich aus 4 — 5 Längsfalten zusammen, und liegt zweifellos nur in der Membran. Bei gerader Beleuchtung tritt sie etwas zurück, und der körnige Inhalt der Zelle um so deutlicher hervor. Letzterer besteht an den, schon dem blossem Auge schwärzlich erscheinenden, Stellen der Haut aus dunkelblau-violetten, ziemlich groben Körnern, die das freie Ende der Zelle ausfüllend, den Kern verdecken.

Ich fand diese Längsstreifung sowohl nach Maceration in schwacher Lösung doppelt chromsauren Kalis, wie auch an frisch abgeschabten und in Seewasser untersuchten Zellen, hier jedoch von zarterer Zeichnung. —

Wir haben mithin in diesem Falle eine Längsfaltung, ohne

dass Cilien vorhanden wären. — Ueber die Verbreitung dieser Erscheinung, die vielleicht als ein Analogon der Riffzellenbildung aufzufassen ist, müssen erst weiter ausgedehnte Untersuchungen Aufschluss geben. —

Ich kehre nach dieser Abschweifung zu meiner ursprünglichen Aufgabe, den Darmepithelien von Anodonta, zurück. — Es bleibt nämlich übrig, zu entscheiden, ob die hier beobachtete Faltung der Membran in irgend welchem Zusammenhang mit den Wimperhärchen steht. Ich verweise in dieser Beziehung auf die beiden Zellen a. und b., Fig. I., die möglichst treu das natürliche Verhalten wiedergeben. — Man sieht bei ganz oberflächlicher Einstellung (Hartnack 9,3, schiefe Beleuchtung) die Falten der Zellmembran continuirlich in die oberflächlichen Cilien übergehen. Die Streifung ist gerade an der Uebergangsstelle, entsprechend dem darunter liegenden, stark spiegelnden Basalsaum äusserst scharf. — Bei tieferem Senken des Tubus verschwindet dieser Zusammenhang, indem nun der messbar breit erscheinende Basalsaum sich dazwischen schiebt. Es geht hieraus zugleich hervor, dass, unter besonderen Umständen, es den Anschein haben kann, als durchsetzten die Cilien den Basalsaum. Marchi, der in dieser Beziehung mit Eberth im Widerspruch steht, hat wahrscheinlich jene bei oberflächlicher Einstellung auftretende Streifung des Basalsaumes nicht gesehen, und nimmt zu der Hypothese von unsichtbaren Porenkanälchen seine Zuflucht, welche, die Grenzschicht durchbohrend, die als Fortsätze der (im Innern der Zelle befindlichen) Streifen gedeuteten Cilien durchtreten lassen. Unerklärlich ist es mir daher, wenn er trotzdem angiebt, die Streifen schlössen sich unmittelbar an die Basen der Wimpern an — denn zwischen beiden Elementen liegt ja eben, nach seiner Angabe, der nicht streifige, doppelt contourirte, glänzende Saum der Basalmembran.

Abgesehen von jener, bei oberflächlicher Einstellung sichtbaren Continuität zwischen den Falten der Membran und den Cilien, habe ich mich von einem sonstigen Eindringen letzterer in den Basalsaum, oder gar das Innere der Zelle, nirgends überzeugen können. Ich halte es sogar bei der Leichtigkeit optischer Trugbilder für unmöglich, einen Beweis für ein solches

Eindringen zu führen. Man kann sich eben nicht vor jener Täuschung schützen, die dadurch entsteht, dass die, nicht genau in der Einstellungsebene, sondern tiefer gelegenen Basen der Flimmerhaare einerseits, und die Streifen der Zellmembran andererseits, durchschimmern; was dadurch noch begünstigt wird, dass die Zellen wohl nur sehr selten mit ihrer bewimperten Basis gerade senkrecht, sondern meist mehr oder weniger schräg liegen. Somit sieht man nicht den virtuellen Breitendurchmesser des Basalsaumes, sondern eine schräge Projektion desselben. Dadurch muss er selbst dem Auge breiter erscheinen, während es gleichzeitig den Eindruck macht, als entsprängen die Basen der Flimmerhaare noch unterhalb der oberen, nach aussen gelegenen Grenzlinie jenes Saumes. —

Bekanntlich zeigen, wie Marchi nachwies, auch die Epithelzellen der sogenannten Mundpalpen von Anodonta eine ähnliche Längsstreifung des Zellkörpers. Ueber das Verhalten der birnförmig gestalteten Flimmerzellen der Kiemen desselben Thieres gelang es diesem Forscher dagegen nicht, in's Klare zu kommen. —

Ich glaube, in dieser Beziehung glücklicher gewesen zu sein, indem ich Folgendes fand:

Diese, leicht in zusammenhängenden Reihen isolirbaren, birnförmigen Zellen, wie ich sie nach 24stündigem Einlegen der Kiemen in schwache Höllensteinlösung (0,25$^{0}/_{0}$) erhielt, besitzen einen langen, fast cylindrischen Hals, der erst in der Nähe der Stelle, wo gewöhnlich der Kern liegt, eine Ausbuchtung zu dem, unten rundlichen, Zellkörper erleidet. Dadurch entsteht das Aussehen unten abgerundeter Rheinweinflaschen. Jene Hälse liegen dicht aneinander, und zeigen jeder an seinem freien Ende eine stärker lichtbrechende Stelle, die uns bekannte Basalmembran, die auch hier zwischen Zelle und Flimmerhaare eingeschoben ist. Durch Zusatz von etwas Phosphorsäure quellen nun diese Zellen, indem sie zugleich von ihrem körnigen Aussehen einbüssen, auf, und nunmehr tritt an ihnen ein sehr feines Längsstreifensystem zu Tage, das namentlich bei schiefer Beleuchtung sich als aus lauter Leisten bestehend erkennen lässt. Sie beginnen da, wo der Basalsaum liegt, mit scheinbar

dickerem Ende, und lassen sich oft über die ganze Zelle, bis über den Kern hinaus, verfolgen. (Fig. III b.) — Der Eindruck jener Verdickung scheint auch hier nur durch die stärker spiegelnde, darunter liegende Basalmembran bedingt. — Auch an diesen Streifen überzeugte ich mich von ihrer oberflächlichen Lage, indem es bei tieferer Einstellung gelingt, unter Undeutlichwerden und Verschwinden derselben den körnigen Zellinhalt und den Kern zu sehen. —

An Zellen, die ich in dünner Lösung chromsauren Kali's längere Zeit aufbewahrt hatte, fand ich übrigens ebenfalls eine Andeutung jener Streifung. Ich sah am freien Ende (Fig. III, c) der ihrer Cilien beraubten Zellen eine feine Zähnelung des Halses, durch die jener in 3—4 parallel längsgestellte Leistchen zerfiel, deren mittlere unter dem Niveau der beiden seitlichen zu liegen pflegten. —

Was die Zahl der oben geschilderten Streifen betrifft, so kamen auf jede Zelle meist ihrer drei. Ueber das Verhalten der Flimmerhaare zu ihnen konnte ich zu keiner überzeugenden Einsicht gelangen. —

Ein ähnliches Bild, wie das eben geschilderte, gewähren die Kiemen-Epithelien der in unserer Gegend häufigen Dreissena polymorpha (Tichogonia Rossm.). — Auch hier gelingt es am lebenden Thiere leicht, ganze Reihen sich bewegender Zellen abzustreifen, die als lange, wurmförmige Gebilde, in Folge ihrer lebhaften Wimperbewegung umherschwimmen. Auch hier unterscheidet man die von Marchi bei Anodonta gefundenen zwei Zellenarten, nur dass die Wimpern der birnförmigen Art von ganz ausserordentlicher Dicke sind. (Fig. IV a). Weder an den festsitzenden schwingenden, noch an den abgetrennten und bewegungslosen Härchen sieht man eine Andeutung ihrer Zusammensetzung aus Büscheln feinerer Wimpern. Sie zeigen vielmehr einen deutlich doppelten Contour, und verjüngen sich zu einer feinen, ungetheilten Spitze. Die winkende Bewegung erlischt viel früher, als die der zweiten Zellenart, deren Wimpern, entsprechend den von Marchi bei Anodonta gefundenen, viel zarter und kürzer erscheinen. —

Jene wurmförmigen Conglomerate gestatten keinen Einblick

in den inneren Zusammenhang zwischen Cilien und Zelle, man sieht nur die dicken Wimpern mit breiter Basis den rundlichen Massen aufsitzen, und hier und da durch körnige Trübungen verdeckte Kerne in letzteren, aber keine deutlichen Zellcontouren (Fig. IVa.). — Dagegen bemerkt man an solchen Zellenreihen, die nur kurze Zeit (½ Stunde) in, schwach mit Essigsäure angesäuertem, Wasser gelegen haben, eine deutliche Zwei- bis Dreitheilung der auseinander gequollenen Zellenhälse, während die durch das Reagens stark veränderten, nur noch an ihrer Basis erkennbaren Cilien an letzterer ebenfalls eine Spaltung erkennen lassen. (Fig. IVb. u. c.). — Weiterhin findet man dieselbe dichte Längsstreifung, wie bei Anodonta, die sich auch hier über die Kernregion hinaus verfolgen lässt. (c.). —

Es bleibt zu entscheiden übrig, ob das Auftreten dieser Streifensysteme eine Formveränderung der Zellen in Folge des Reagens ist, oder ob sie als präformirte Bildungen aufzufassen sind, die nur erst deutlich zu Tage treten, nachdem eine Aufquellung oder Lösung irgend welcher, die Zellen verbindenden Kittsubstanz durch die Säure bedingt ist. — Nun ist eine derartige Wirkung der Phosphor- und Essigsäure, auf welche die so eben geschilderte Faltenbildung zurückzuführen wäre, in keinem anderen Falle bekannt, während ihr Aufhellungs- und Quellungsvermögen zweifellos fest steht. — Es ist mithin höchst wahrscheinlich, dass diese Reagentien auch hier nur in letzterer Richtung eingewirkt haben, indem, nach Aufhebung einer zwischen den Zellen befindlichen Kittsubstanz, nunmehr die feineren Structurverhältnisse ersterer klar zu Tage treten. —

Was die Deutung dieser Streifen betrifft, so liegt nichts Gezwungenes darin, anzunehmen, dass, ähnlich wie bei den Zellen von mehr epidermisartigem Character Stacheln und Leistchen auftreten, die, ineinandergreifend, eine festere Verbindung der einzelnen Elemente herbeiführen, so auch an diesen mehr epithelialen Gebilden sich entsprechende Vorrichtungen finden. Wahrscheinlicher noch wird diese Annahme, wenn man die an den Zellen der Sipho von Buccinum beobachteten Streifen in Betracht zieht. Vielleicht weisen fernere Unter-

suchungen an Weichthieren die Existenz solcher Streifenbildungen in grössererAusdehnung nach. —

Bei dem Antheil, den in letzter Zeit das Vorkommen sogenannter Becherzellen in den verschiedenen Epithelien der Wirbelthiere erweckt hat, und bei der Unmöglichkeit, das von mir vorläufig Gefundene weiter zu verfolgen, erlaube ich mir, im Anhang Einiges über das Auftreten becherähnlicher Zellen an einer von mir namentlich genauer untersuchten Seeschnecke (Buccinum undatum) mitzutheilen, so sehr ich auch das Aphoristische meiner Mittheilung bedaure: —

Bekanntlich findet sich in der Kiemenhöhle dieses Thieres ein eigenthümliches, aus zahlreichen Lamellen zusammengesetztes Organ, welches Cuvier[1]) mit dem Namen feuillets muqueux (lames muqueuses) bezeichnet. In dem hier abgesonderten, sehr zähen und reichlichem Schleime, der die ganze Wand der Kiemenhöhle und die darin dauernd oder zeitweilig befindlichen Organe (Penis) überzieht, fand ich äusserst zahlreiche, zellähnliche Gebilde von länglich rundlicher Gestalt, mit einem meist zur stumpfen Spitze ausgezogenen Ende. Zum Theil waren dieselben stark lichtbrechend und schwach granulirt, theils ganz trübe durch eine Füllung mit zahlreichen gelblichen, fettähnlichen Körnchen. — Im spitz ausgezogenen Grunde fand sich gewöhnlich eine stärker getrübte Stelle, in der man bisweilen einen Kern liegen sah. (Fig. Va.). —

Nach Maceration der Theile in einer schwachen Lösung doppelt chromsauren Kali's gelang es, völlig ausgebildete Becherzellen von der Wand der Kiemenhöhle, sowie vom Penis, abzustreifen. Sie waren sehr zartwandig, erschienen, mit Ausnahme des granulirten, stielartig ausgezogenen Endes hyalin, und zeigten in letzterem einen mehr weniger deutlichen Kern, während an ihrem oberen Ende eine grosse, völlig glatt und scharf contourirte runde oder ovale Oeffnung zu Tage trat. Ihre Grösse schwankte ziemlich bedeutend, wie dies aus der Zeichnung (Fig. Vb.) zu ersehen ist. —

1) Mémoire sur le grand Buccin de nos côtes etc. pag. 5. Todd and Bowmann, Cyclopädie etc. Artikel Cilia.

Ich stehe nicht an, diese Gebilde als vollkommene Analoga der bisher nur an Wirbelthieren beobachteten Becherzellen anzusprechen, und bedaure nur, an den zu einer späteren Untersuchung in situ in Alkohol aufbewahrten Thieren in Folge der starken Trübung und Veränderung der Gewebe zu keinem befriedigenden Resultat gekommen zu sein. — An den durch Creosot aufgehellten Lamellen des Schleimorgans und der Kiemen vermochte ich indess deutlich, zwischen den gewöhnlichen Cylinderepithelien, in ziemlich regelmässigen Abständen eingestreute gelbliche trübe Körper zu entdecken, wahrscheinlich die gechrumpften Reste jener geschilderten Becherzellen. —

Leydig hat bekanntlich schon vor Jahren, an den Kiemenblättchen von Paludina vivi para[1]), zwischen den Flimmerzellen eigenthümliche Körper gefunden, die spitz zulaufen oder auch kolbig erweitert sind, und bei durchfallendem Licht eine gelbliche, bei auffallendem eine weisse Farbe zeigen. — Er stellte schon damals die Vermuthung auf, dass diese Gebilde vielleicht zur Absonderung des vielen Schleimes beitragen, der sich auch bei Paludina an dieser Stelle findet. Mit den so eben beschriebenen zeigen die von mir an den Kiemen- und Schleimblättchen von Buccinum gesehenen Körper Aehnlichkeit, wenn man von der bedeutenden Grösse der letzteren absieht, und es handelt sich wohl in beiden Fällen um modificirte Becher-Zellen. —

Eine zweite Art eigenthümlicher Zellbildungen findet sich in der Epidermis des Fusses von demselben Weichthiere, mit Ausnahme der Sohle, zerstreut, und namentlich dicht in der Nähe der Insertion des Deckels. Die Haut dieser Theile ist mit einem Epithel langer, schmaler, im Zusammenhang feinstreifig erscheinender Cylinderzellen bedeckt. Diese sitzen mit meist runder Basis der mit feinen, Gebirgszügen ähnlichen, Zacken versehenen Cutis auf. Letztere faltet sich ausserdem zu zierlichen Lamellen und Leistchen, eine schon an anderen Weichthieren gemachte Beobachtung. —

---

1) Siebold und Kölliker, Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. II., pag. 179 u. Taf. XII., Fig. 29b.

Zwischen jenen Cylinderzellen bemerkt man nun in ziemlich regelmässigen Abständen flaschenförmige Gebilde. Ihre Basis ist abgerundet, und geht in einen ziemlich langen drehrunden Hals über. Am freien Ende des letzteren bemerkt man hin und wieder eine ringförmige Zeichnung, die als Delle oder als Oeffnung gedeutet werden kann. (Fig. VIa). — Mit der Basis sitzen diese Gebilde der Cutis auf, während ihr freies Ende etwas über das Niveau der Cylinderzellen hervorzuragen scheint. Wenigstens lassen Flächenansichten (Fig. VIb.) zwischen den, eine schuppenförmige Zeichnung bildenden Köpfen, der Cylinderzellen den hervorragenden Hals der Flasche erkennen. Im Uebrigen erscheinen die letzteren homogen, nicht körnig getrübt, und fallen durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen in die Augen. Auf Breitenschnitten lassen sie sich zwischen den, polygonale Figuren bildenden Querschnitten der Cylinderzellen als scharf contourirte, rundliche Lücken, von der doppelten bis dreifachen Grösse jener, erkennen. — Wenn schon ihr ganzes Verhalten die Annahme ausschliesst, als habe man es etwa mit wirklichen Lücken zwischen den eigentlichen Epithelzellen zu thun, so wird dieselbe geradezu widerlegt durch die Möglichkeit, sie nach Maceration in Lösung chromsauren Kalis als selbstständige, kolbige oder flaschenförmige Gebilde zu isoliren. — Aehnliches findet sich endlich noch an einer dritten Stelle: Auf feinen Querschnitten der Haut von der Wand des Rüssels sieht man tonnenförmige, in ihrem übrigen Verhalten den beschriebenen Flaschen gleichende, Körper in so grosser Anzahl dicht neben einander liegen, dass man mit Mühe die dazwischen befindlichen sehr schmalen Cylinderzellen erkennt. (Fig. VIIa.) Dass diese jedoch zweifellos vorhanden sind, davon überzeugt man sich mit Leichtigkeit an den pigmentirten Stellen, namentlich bei Flächenschnitten. Hier treten nämlich zwischen den polygonalen, meist fünfeckigen Köpfen der Cylinderzellen, deren schwarzes Pigment eine zierliche Mosaik bildet, runde, in regelmässigen Abständen von einander stehende Figuren auf, in welchen unter Umständen ein kleiner concentrischer Ring sich bemerklich macht. (Fig. VIIb.).

Von der Seite gesehen, erscheinen diese Körper, wie gesagt, tonnenförmig, und sitzen mit breiter, abgerundeter Basis der welligen Cutis auf, während das freie Ende meist eine stärker lichtbrechende, scharf contourirte, länglich runde Figur zeigt, die entsprechend dem kleinen, concentrischen Ring auf Querschnitten, als Ausdruck einer Oeffnung oder Delle anzusehen ist. (Fig. VII c.). — Im Grunde der Basis liegt gewöhnlich ein kernartiges Gebilde. Endlich ist auch hier eine Isolirung dieser Körper möglich. —

Es fragt sich nun, ob man die zuletzt geschilderten beiden Zellenarten, von flaschen- und tonnenförmiger Gestalt, als veränderte gewöhnliche Cylinderepithelien anzusehen hat, die nach Art wahrer Becherzellen, sich gewissermassen aus jenen recrutirend, einer fortwährenden Ausstossung und Wiedereinsetzung unterliegen, oder ob sie sich von vorn herein als besondere Arten zelliger Gebilde an diesen Epithellagen vorfinden. Ich halte mich, bei dem geringen, erst nach längerem Liegen in erhärtenden Flüssigkeiten, untersuchten Material nicht für berechtigt, diese Frage zu entscheiden, wenn mir auch zwei Gründe gegen erstere Ansicht zu sprechen scheinen. Einerseits sah ich nämlich nie Uebergangsformen von Cylinderzellen zu jenen Tonnen oder Flaschen, andererseits weichen beide Arten von Gebilden in ihrem chemischen Verhalten auffallend von einander ab. — Während nämlich Essigsäure die Cylinderzellen aufquellen und in ihren Umrissen verschwimmen macht, übt sie keinen merklichen Einfluss auf die Flaschen- oder Tonnenzellen, welche stets als intacte, stark lichtbrechende Kegel persistiren. Auch nach Aufhellung der Schnitte mit Creosot erhalten sie sich mit scharfen Umrissen, während die Cylinderzellen verschwinden. —

Diese Widerstandsfähigkeit berechtigt zu dem Schluss, dass, wenn wir es doch mit veränderten Cylinderzellen zu thun haben, namentlich der Zellinhalt eine andere Beschaffenheit angenommen haben muss, welche dem Mucin nahezustehen scheint.

Fassen wir die Resultate dieser Arbeit zusammen, so würde sich Folgendes ergeben:

1. die von Eberth und Marchi gefundene, als Differenzirung des Protoplasma gedeutete, Streifenbildung der Flimmerzellen vom Darm und von den Mundpalpen der Anodonta ist eine Faltenbildung der Zellmembran, die aber in näherer Beziehung zu den Flimmerhaaren zu stehen scheint.

2. Aehnliche Faltenbildungen finden sich an den flimmerlosen Cylinderzellen von der Sipho von Buccinum undatum, wahrscheinlich auch an den Flimmerzellen des Darms von Cardium edule, und an den, von Marchi als birnförmige Zellen bezeichneten Flimmerepithelzellen der Kiemen von Anodonta, sowie von Dreissena polymorpha.

3. Es liegt nahe, alle diese Erscheinungen als Ausdruck einer äusserst zarten Riffbildung, entsprechend den an Epidermis- und anderen Zellen vorkommenden Bildungen zu deuten. —

4. Bei Buccinum undatum kommen eigenthümliche flaschen- und tonnenförmige Gebilde zwischen gewöhnlichen Cylinderepithelien, sowie ausgesprochene Becherzellen vor, ähnlich denen welche bisher nur an Wirbelthieren nachgewiesen sind. —

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Flimmerzellen vom Darmepithel von Anodonta. *a.* mit breiter Seite, *b.* mit schmaler. Die Continuität zwischen Falten und Flimmern ist wiedergegeben. *c.* Zelle, deren Inhalt ausgetreten, und wo trotzdem die Streifen erhalten sind. *d.* zwei übereinander liegende, ihrer Cilien beraubte Zellen, deren Streifensysteme gleichzeitig einstellar sind. (Hartnack 9, 3.)

Fig. 2. Flimmerlose Cylinderzellen mit Faltenbildung von der Athemröhre des Bucinum undatum. (300/1).

Fig. 3. Birnförmige Flimmerzellen der Kiemen von Anodonta. *a.* vor der Anwendung der Po_s. *b* Streifensysteme, die nach Anwendung von Po_s. sichtbar werden. *c.* Andeutung dieser Streifen an macerirten Zellen. (Hartnack 9, 3.)

Fig. 4. Die entsprechenden Zellen von den Kiemen der Dreissena polymorpha. *a.* Frische, noch schwingende Zellenreihen mit den beiden Arten der Flimmern. *b.* u. *c.* In schwach mit Essig-

säure angesäuertem Wasser macerirte Zellen, an denen die Streifen sichtbar geworden sind, während die Cilien körnig zerfallen erscheinen. Links erkennt man bei *c.* noch eine Dreispaltung derselben. (Hartnack 9, 3.)

Fig. 5. Becherzellen aus der Kiemenhöhle von Buccinum undatum. *a.* durch körnigen Inhalt trübe Elemente. *b.* entwickelte Becherzellen mit Oeffnung. (300/1.)

Fig. 6. Flaschenförmige Zellen aus der Haut des Fusses von Buccinum. *a.* Seitenansicht. *b.* Flächenansicht. (300/1.)

Fig. 7. Tonnenförmige Zellen aus der Haut des Rüssels von Buccinum. *a.* Seitenansicht. *b.* Flächenschnitt. *c.* Isolirte Elemente. 300/1).

Berlin, December 1867.

Zur Classification des Aphredoderus gibbosus (Le Sueur) Scolopsis sajanus (J. Gilliams).

Von

Th. A. Tellkampf,
Dr. med.

(Aus den Annals of the Lyceum Natural History of New-York.
Vol. VIII. Now.)

Meine Mittheilungen über den blinden Fisch der Mammuthhöhle in Kentucky u. s. w. (d. Archiv 1844, S. 381) habe ich mit folgenden Worten geschlossen (a. a. O. S. 393:) „Ob Aphredoderus und Amblyopsis zusammen in die Familie der Heteropygii gehören, lässt sich dermalen noch nicht entscheiden. Herr Müller ist der Ansicht, dass es ganz auf die Schwimmblase des Aphredoderus ankommen werde, ob diese einen Luftgang hat oder nicht, denn kein Acanthopterygier hat einen Luftgang. Besitzt Aphredoderus keinen Luftgang, so könnte er auch nicht mit Amblyopsis vereinigt werden, und er würde dann ein Heteropygier unter den Stachelflossern, und auch hier der Repräsentant einer besonderen Familie sein, während der Amblyopsis der Repräsentant der analogen Familie unter den Malacopterygii abdominales bleibt. Besitzt er aber einen Luftgang, so ist es gewiss, dass beide Fische zusammen gehören; die sie umfassende Familie würde dann weder bei den Acanthopterygiern noch bei den Malacopterygii abdominales sein können, vielmehr würden sie dann eine allein stehende Familie bilden."

Um diese Frage zu entscheiden, habe ich neuerdings bei mehreren Exemplaren von Aphredoderus mit Hilfe der Lupe und des Mikroskops jene bindegewebigen Stränge untersucht, durch welche die Schwimmblase an den Oesophagus befestigt wird. Meine ersten Untersuchungen machte ich an jüngeren Individuen, die längere Zeit in Weingeist aufbewahrt waren, und die eine zusammengefallene Schwimmblase hatten; in dem bezeichneten Verbindungsstrange war auch nicht die geringste Spur eines Luftganges aufzufinden. Ein gleiches Resultat erhielt ich bei Untersuchung frischer, fast vollständig ausgewachsener Exemplare, deren Schwimmblase gut mit Luft gefüllt war, und konnte ich hierbei namentlich die Thatsache feststellen, dass die Luft aus der von der Speiseröhre abgetrennten Schwimmblase beim Druck nicht entweicht. Ich bemerke zugleich, dass die Schwimmblase nur nach Entfernung der Bauchwände und der Kiemen sich zweckmässig für die Untersuchung isoliren lässt. In der Wand der Schwimmblase fand sich eine Schicht gestreifter Muskelfasern.

Hiernach ist der Aphredoderus gibbosus, den Cuvier und Valenciennes zu den Percoides stellen, als Heteropygius der einzige Repräsentant einer Familie unter den Acanthopterygiern, derjenigen analog; die unter den Malacopterygii abdominales durch den Amblyopsis gegenwärtig vertreten wird.

Die von mir untersuchten Exemplare verdanke ich den Herren F. W. Putnam, Esq., Superintendant Essex Institute Salem, Mass.; Dr. Abbott of Trenton, and Dr. John, L. Le Conte of Philadelphia.

Medicinische Erinnerungen aus dem nordöstlichen Afrika.

Von

Rob. Hartmann.

Ueber die in Aegypten, Nubien, Sennâr und in den angrenzenden Ländern herrschenden Krankheiten habe ich zwar schon mehrere Abhandlungen (in meinem grösseren 1863 erschienenen Reisewerke, in meiner naturgeschichtlich-medicinischen Skizze der Nilländer und in der Berliner klinischen Wochenschrift) veröffentlicht, allein die schwierige Zugänglichkeit namentlich der beiden ersteren Arbeiten für die Fachgenossen veranlasst mich, einer von verehrter Seite gewordenen Anregung Folge zu geben und auch diesem Archive einige Zeilen über den beregten Gegenstand zu widmen. Der gütige Leser mag darin einige vielleicht nicht uninteressante, dem veränderten Schauplatze entsprechende Ergänzungen zu Dr. G. Fritsch's im vorigen Hefte abgedruckter Abhandlung über Süd-Afrika's Hauptkrankheiten erblicken. Ich will versuchen, im Folgenden mein Thema von anderen Gesichtspunkten aus darzustellen als dies in meinen bisherigen, das Gleiche oder Aehnliche behandelnden Aufsätzen geschehen ist. Ein kurzgefasstes, allgemeines Bild der Krankheiten Nordost-Afrika's will ich hier darstellen; von der Kasuistik, von Schilderungen der in diesen Gegenden üblichen Heilmethoden, von allen die dortigen sanitätlichen Institutionen betreffenden Einzelnheiten dagegen werde ich hier absehen Solche, welche sich gerade hierfür interessiren dürften, werden

in den oben beregten Abhandlungen, ferner in den Arbeiten Pruner-Bey's und Griesinger's, Material finden.

Möge man übrigens bei Beurtheilung der nachfolgenden „Erinnerungen“ mit Nachsicht ermessen, dass bei einer kaum vierzehnmonatlichen, durch lange Wochen ungewöhnlicher Drangsal unterbrochenen Reise, wie es diejenige Ad. v. Barnim's in die Nilländer gewesen, Gründliches auf unserem Gebiete nicht geleistet werden konnte. Das Wenige aber, was ich hier gebe, fliesst doch aus eigener Anschauung.

In den von uns bereisten, durch den Nil und durch Zuflüsse desselben bewässerten Ländern Nordost-Afrika's lassen sich zwei Zonen unterscheiden, welche sich in ihren physischen Charakteren wesentlich von einander sondern. Nämlich

1) eine regenarme Zone, zwischen dem mittelländischen Meere und 17° n. Br. des Binnenlandes gelegen, begreift Aegypten und Nubien, letzteres von Wadi-Kenūs bis zum mittleren Theil der Bejūdasteppe, in sich. Die beiden ersteren der eben genannten Provinzen sind der grossen Hauptsache nach Wüste, d. h. es sind abwechselnd rauhe, steinige Berggegenden und sandige Flächen. Pflanzenwuchs und Thierwelt zeigen sich in genannten, im Allgemeinen dünn bevölkerten Gegenden nur dürftig. Einige Oasen der westlichen, libyschen Wüste, wie Uā-el-Charjeh, Uā-el-Dakhel und das Wād'-el-Kab in Dongola, ferner die Thaleinschnitte, sogenannten Wādi's, der arabischen Wüste, zeichnen sich freilich durch eine üppigere, wenn auch bizarr gebildete Vegetation aus (Akazien, Tamarisken, Asclepiadeen, Rhamneen, Capparideen, wilde Oliven, Gramineen, Hyphaenen und verwilderte Dattelpalmen). Es sind dies die Stätten einer gewissen Halbkultur, ähnlich den Oasen der so verwandten Sahara. Nun hat der Nil Nubiens und Aegyptens Wüstenterritorien jenen schmalen Streif urbaren Landes abgewonnen, der unerschöpflich an Fruchtbarkeit[1]), in

---

1) Doch aber noch verbesserbar durch Düngemittel, wie dies neuere, auf Prinz Halīm-Bascha's Gütern im Grossen angestellte Versuche mit Superphosphat ergeben haben.

Folge der alljährlich sich daselbst erneuenden Schlammabsätze des segenspendenden Stromes, reiche Ernten an Pflanzenproducten der gemässigten und heissen Erdgürtel sichert. Dieser schmale Streif ackerbaren Gebietes ist bekanntlich die Wiege der ältesten und eigenthümlichsten Kultur unseres Erdballs.

Regen sind in dieser Zone selten und nur wenig copiös. Die Winde zeigen sich als vorherrschend nördliche, die mittlere Jahrestemperatur ist eine hohe. Vom April bis gegen den Juni hin wehen aber auch heisse Südwinde, die berüchtigten Chamsīne oder Samūme, von den stärksten elektrischen Erscheinungen begleitet. Uebrigens geniesst diese Zone eines zwar warmen, trotzdem jedoch im Ganzen recht gesunden Klimas, namentlich erfreuen sich die Wüstenstriche selbst einer reinen, zuträglichen Luft. Nubiens und Aegyptens Wüsten können zur Winterszeit für die vom Sudānklima Heruntergebrachten als wahre Sanitarien gelten. Aegyptens Zuträglichkeit für an beginnender Tuberculose, an chronischen Katarrhen der Athmungswerkzeuge, an Emphysem, Blutarmuth und an Gemüthsverstimmung Leidende ist bekannt. Nubien, häufig und zwar mit vollem Unrecht als „im Allgemeinen ungesund“ verschrieen, besitzt in seinem nördlichen und mittleren Theile eins der schönsten Klimate der Welt und beginnt erst da ungünstiger zu werden, wo sich der Uebergang in die andere, regenreichere Zone einleitet. Als die in sanitätlicher Beziehung am besten gelegenen Ortschaften dieses ersteren Gürtels möchte ich nach eigener Erfahrung hier Cairo, die Dörfer der Thebaide, Siut, die Städte Géneh, Assuān, Derri und Neu-Dongolah aufführen. Die Uferdistricte des Nil erleiden hier nur zur Zeit der alljährlich wiederkehrenden Schwelle einige Abnahme ihres sonst ebenfalls günstigen Gesundheitszustandes.

Eine zweite Zone ist diejenige der (Sommer-)Regen; sie breitet sich zwischen dem 17.° n. Br. und dem Aequator hin aus.[1]) An der Grenze beider Zonen befindet sich, etwa zwi-

---

1) Diejenigen Districte, welche um die grossen Aequatorialseen Ukerēwe-Nyansa und Mwuta-Nsidsche her liegen, müssen als höchst segenreiche betrachtet werden. (Vergl. John Hanning Speke,

schen 20 und 17° n. Br., ein intermediärer Strich der unbeständigeren Sommerregen. Diese gesammte zweite Zone begreift die mittlere und südliche Bejūdasteppe, Kordufān, Sennār, Fasoglo, Berthaland, sowie die am Abāy, Jebūs, Sobāt, am Kir oder Bahher-el-Gebel (weisser Nil) und am Gazellenfluss gelegenen Länder in sich. Meereshöhe durchschnittlich zwischen 850 (Dar-Schaigīeh) und 1950′ (Gondókoro am weissen Nil, nach Capt. Speke[1]) unter 4° 54′ 2″ n. Br. gelegen). Die Bejūdasteppe, ein Theil von Kordufān und Sennār, sowie die an Abyssiniens Alpen[2]) grenzenden Kwolla-Länder, sind meistentheils eben, mit bald sandigem, bald lettigem, streckenweise selbst kiesigem und felsigem Boden versehen. Hier und da erstrecken sich auch wellige Hügelzüge und selbst Gebirge bis zu etwa 5000′ Meereshöhe. Diese Gebiete erscheinen mit zum Theil riesigen Gräsern und mit verworrenen Gebüschen namentlich von Capparideen, *Zizyphus* und Akazien bedeckt. Längs der Chuār oder Regenstrombetten und an den grösseren Strömen (Atbāra, Setīt, blauer Nil, Tumāt, Jebūs, weisser Nil, Sobāt, Gazellenfluss u. s. w.) dehnen sich waldartige Streifen aus. Südlich vom 12.° n. Br. erstreckt sich das grosse centralafrikanische Waldgelände in noch ungemessene Weiten. Auf dem humusreichen Boden desselben drängen sich neben Adansonien, Tamarinden, Urostigmen, Crataeven und zum Theil sehr umfangreichen Akazien die Baumeuphorbien, Bambusen, Borassuspalmen, die Phönixarten, enge durchflochten von *Cissus*, Bauhinien, Rhynchosien, Convolveln u. s. w. In diesen Landschaften von tropischer Herrlichkeit hausen der Löwe, Panther, der *Canis pictus*, sowie die Giganten der afrikanischen Thierwelt, grosse Antilopen, Giraffen, *Bos caffer*, Elephanten und Rhinocerosse. Den Erdboden zerwühlen Schuppenthier, Ameisenscharrer und Honigdachs, auf den hier waldbewach-

---

Journal of the discovery of the Source of the Nile, London 1865, p. XVI. und Appendix F.

1) Journal of the Discovery of the Source of the Nile, p. 622.

2) Diese nehmen in physischer Beziehung eine ganz exceptionelle Stellung ein. Da ich dieselben jedoch nicht aus eigener Anschauung kenne, so berühre ich sie hier auch weiter nicht.

senen Bergen schlüpfen Paviane und Klippschliefer durch die Felsen.

In dieser Zone vermehrt sich der durchschnittliche Feuchtigkeitsgrad der Luft, besonders stark natürlich während der Regenzeit. Allerdings nun ist das eigentliche Waldland feuchter, als die offene Steppe. Die Regen fallen zwischen April und October in beträchtlichen Mengen; weniger copiös werden sie nördlich vom 14.° n. Br. Zwischen 14 und 18° treten sie unregelmässiger in die Erscheinung. Die mittlere Jahrestemperatur ist eine sehr hohe.[1]) Die Winde wehen in der trockenen Zeit meist aus Nord, in der feuchten Zeit meist aus Süd; in den Steppen machen sich auch chamsīnartige, zuweilen sehr stürmische, Luftströme bemerklich.

Diese beiden Zonen werden von den folgenden Nationalitäten bewohnt:

1) Von den Nachkommen der Retu oder alten Aegypter, in verschiedenen Schattirungen gelbbraun, braun, schwarzbraun und kupfrig gefärbt, ein Zweig des grossen, über ganz Nordafrika verbreiteten und daselbst autochthonen Imōscharh- oder Berberstammes, physisch und intellectuell wohl begabt. Echt afrikanisches Blut, nicht aus Asien eingewandert, wie Einige ohne jedweden vernünftigen Grund, abgeschmackten Theoremen zu Liebe, behaupten wollen. Diese Leute sind meist sowohl Ackerbauer, als auch Viehzüchter, zum geringeren Theile sind sie Kaufleute, Industrielle, Nilschiffer, Beamte und Kriegsleute, theils mohammedanischer, theils monophysitisch-christlicher oder römisch-katholischer Religion (Fellachin-Kopten). Hauptwohnsitz Aegypten.

2) Von Berabra, echten Berbern, mit den vorigen sehr nahe verwandt. Sprechen ein mit dem Targi (Tuariksprache), Altägyptischen, Koptischen und Nobauischen von Kordufan zusammenhängendes Idiom. Schwarzbraun von Farbe, nicht kräftig, vielmehr schlank gebaut, jedoch ausdauernd. Sie zei-

---

1) Im Sommer sind mittägliche Temperaturen von 38—41° R. im Schatten nichts Seltenes! Ausführliches über diese Verhältnisse in meinen oben citirten Arbeiten

gen sich intelligent, sind Ackerbauer, Viehzüchter, Schiffer, Kaufleute und in nicht geringer Zahl Diener. Nubien.

3) Von den gemeinhin sogenannten Aethiopen[1]), Verwandten der Amhāra, Agau', Somalen, Danakil, Gala, Gonga und anderen Stämmen des Innern und der Ostküste von Häbesch, andererseits auch verwandt mit Retu nnd Berābra, im Verein mit den Letzteren Begründer der meroitischen Kultur, einer von der altägyptischen abgeleiteten. Hellbräunlich-roth, auch dunkler, svelt, gewandt, bildungsfähig. Haben einen Theil von Arabien bevölkert, sprechen Geez und die davon derivirten Idiome, sowie Begaui. Sind zum Theil sesshafte Ackerbauer, zum Theil unstät umherwandernde Hirten (Arab, Beduān genannt). Oberägypten im Darau, Nubiens Wüsten, Bejūdasteppe, zerstreut in Sennār, Kordufān, Darfūr, vorherrschend im Taka.

4) Funje (Fung), verbinden die Berberstämme des Nordens mit den gemeinhin „Neger" und „Aethiopen" genannten Völkern im Süden. Sie sind dunkelbraun bis schwarz, in's Bläuliche spielend, edel gebildet, kräftig entwickelt. Ackerbauer und sesshafte Viehzüchter. Traten während des 16. Jahrhunderts staatenbildend auf, nachdem sie vorher das Reich Aloa (Meroë) zertrümmert. Ein Zweig derselben, die Funje-Boggōt (Berūn und Hammēg), ward 1821—1823 von den Aegyptern unterworfen. Theils Mohammedaner, theils Heiden. Wohnsitze am blauen und weissen Nil und im Zwischenflusslande von Sennār.

5) Echte Aethiopen im Blumenbach'schen Sinne, Stämme, welche man, um Irrungen zu vermeiden, vielleicht „Nigritier" nennen könnte. Sie sind gross, robust, braunschwarz und bläulich-schwarz, wie die Aequatorialschwarzen wollhaarig, zeigen Das, was man gewöhnlich den „wahren Negertypus„ zu nennen

---

1) Diese Bezeichnung ist durchaus unwissenschaftlich. Sie wird von den verschiedensten Autoren im verschiedenartigsten Sinne angewendet nnd bietet nicht einmal den Vortheil einer gut verwerthbaren localen Gesammtbezeichnung. Ueber die gleichfalls verwerfliche Benennung „Neger" vergl. Dr. G. Fritsch im Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde Berlins vom December 1867. Ich schliesse mich dieser Ausführung an.

beliebt. Ihre Intelligenz ist noch wenig entwickelt. Bis jetzt leben sie in sehr dürftigem Kulturzustande, als Ackerbauer und Viehzüchter, theils in eigentlicher Oberhäupter entbehrenden Gemeinschaften der Dörfer, der Murāchs oder Weideplätze, der Mascheras oder Landungsplätze und der Matatschaften, Familiensitze. Sie zerfallen in grössere, zunächst dem Fungi verwandte Sprachstämme. Sind schutzlos den Angriffen der Sklavenjäger ausgesetzt. Wohnsitze hauptsächlich am weissen Nil, am Sobāt und am Gazellenflusse.

6) Eingewanderte Forauer, mohammedanische Bewohner von Darfūr, welche, von der Mekkafahrt zurückkehrend, sich unter dem Namen Tekārine oder Takārir im Galabāt niedergelassen und hier einen sowohl Aegypten, als auch Abyssinien tributären Staat von fast republikanischer Einrichtung gebildet haben. Dunkel, intelligent, ein im Allgemeinen den Funje, Kanūri, Tēda, Haussaua und anderen Nationen des westlichen Innern ähnelnder Schlag.

8) Eingewanderte Nordwest-Afrikaner, Syroaraber und Araber von Yemen, ferner Osmanen, Arnauten, Griechen, Franken (Bewohner Europas mit Abzug von Griechenland), Armenier, Tscherkessen, Indier, Nordamerikaner u. s. w. Sind theils nomadische Bewohner der nordöstlichen arabischen Wüste, theils, und zwar in der Ueberzahl, Officiere, Beamte, Kaufleute, Handwerker und Reisende.

In ganz Aegypten, in einigen der volkreicheren Städte Nubiens (Derri, Neu-Dongola, Berber, weit weniger aber in Kharthūm und El-Obed (Kordufān), entfaltet sich in unseren Tagen mehr und mehr jenes Kulturleben, welches seine erste Anregung dem gewaltigen Reformator Mohammed-Ali verdankt und welches weitergeführt wird durch dessen Nachfolger. Wir gewinnen hier den Eindruck eines zwar langsamen, aber doch unaufhaltsamen Fortschrittes. Es entfaltet sich dort das interessante, lebensvolle Schauspiel eines Kampfes zwischen den verrotteten Principien mohammedanischer Staatsweisheit und den Ideen des neueren Europas. Die türkischen Besitzungen in Nordost-Afrika, diese Wiege einer vieltausendjährigen Kultur, bilden den geeigneten Boden, auf welchem beide einander ur-

sprünglich so feindliche Principien mit einander Versöhnung eingehen werden, wenn auch erst nach langem Ringen, nach vielfachen Rückschlägen. Hier kann die Versöhnung von Orient und Occident ohne Zweifel eine innigere werden, als im osmanischen Europa, dessen halbfertige Zustände gar zu schnell in den Strudel eines slavisch-christlichen Umsturzes hineingedrängt zu werden drohen.

Auch das neuere Aegypten hat gewisse civilisatorische Erfolge, die selbst unser Europa blendeten, erst nach bitteren Erfahrungen erworben. An dem durch eine lange und wüste Wirthschaft der Mameluken-Beys zerwühlten, am islamitischen Fanatismus verdorrten Baume des ägyptischen Staatslebens zu rütteln, ihn neu zu beleben, zu veredeln durch Inoculirung frischer, kräftiger Sprosse, das erforderte wohl die Eisenfaust eines Mohammed-Ali. Nur schade, dass dieser merkwürdige Mann sich gar so häufig in seinen Mitteln vergriff. Ja, hinter dem blendenden Schimmer der von ihm geschaffenen Paläste starrte das nackte Elend seines Volkes, in das Triumphgeschrei seiner siegreichen Legionen mischte sich das Jammergestöhn der Ueberreste zerrütteter Familien, den Boden seiner Staatsländereien düngte der blutige Schweiss der an die Scholle gebannten Landbebauer. Das treffende Bild eines grossartigen, energischen, aber harten, unbeugsamen Orient-Fürsten, wie er in jenem Amhāra-Chef das würdige Seitenstück findet, welcher jetzt von den Felsenzinnen Magdalas und Debra-Tabors aus der stolzen Britannia trotzt.

Vor Jahrzehenten, als Mohammed-Ali-Bascha von seinen Schlössern Ras-ettīn und Galat-Masser die noch vom Blute der durch ihn gemordeten Mameluken-Beys rauchenden Hände ausreckte, um civilisatorische Befehle anzuordnen, da erfolgten in Aegypten Scenen, die uns halb Bewunderung, halb Grausen abnöthigen. Verwüstetes Land verwandelte sich rasch in üppige Fluren, stolze Arsenale, Fabrikgebäude, und dem Genius der Intelligenz geweihete Institute erhoben sich, Kanäle gruben sich durch den Boden, Fregatten bläheten auf dem Mittelmeere ihre Segel, der Donner der Schlachten von Nisib, Konieh und Homs machte den Grossherrn am Bosporus beben, die

Könige des Sudān neigten sich vor dem Banner des Nachfolgers der Rhamessiden. Aber auf welche Weise vollzogen sich diese Dinge? Gebrauchte man Arbeiter, so wurden die leibeigenen Bewohner zu Tausenden durch Frohnknechte an die Grabscheite gepeitscht; schlecht genährt und besoldet, übermässig angestrengt, gingen sie in grossen Massen zu Grunde. Sollen doch bei Grabung des Machmudîehkanales allein gegen 20,000 Menschen erlegen sein!

Wollte der Bascha Geld, so mussten ihm das schreckliche Monopolsystem und die unerschwinglichen Steuern den immer schnell sich leerenden Säckel füllen. Nie durfte sich der fleissigste Landmann sauer erworbenen Gewinnstes freuen. Das Argusauge der Steuerbeamten und Rechnungsführer erspähete auch die geheimsten Verstecke und die kleinsten Summen.

Gebrach es an Kriegsleuten, um mit deren Hülfe südliche Lande zu erobern oder um die Superiorität des Padischah zu untergraben, so fing man die Bewohner ein, zwängte sie in Uniformen und gab sie in Lazarethen oder auf blutiger Wahlstatt dem Engel des Todes preis. Welche furchtbaren Verluste durch solche Vorgänge dem Lande an Menschenmenge und an Wohlfahrt bereitet wurden, vermag man kaum auch nur annähernd zu ermessen.[1])

Aber die Morgenröthe einer besseren Zeit ist denn auch über diese schwer geprüften Gebiete hereingebrochen. Man gräbt jetzt wohl den Suezkanal, ein ungeheures Werk, man gebraucht auch dazu viele Tausend eingeborener Arbeiter, aber man bezahlt, nährt und behandelt dieselben heut besser, wie früher, und der Prozentsatz der dabei zu Grunde Gehenden

---

1) Uebrigens darf man sich bei Lesung dieser gerecht empfundenen Expectorationen nicht zu der Annahme verleiten lassen, als habe Mohammed-Ali ein neues System der Knechtung erfunden. Er hat nur das fortgesetzt, was vor Jahrtausenden unter den Pharaonen begonnen, was wiederum Jahrhunderte lang nach ihnen fortgeführt worden. Aber der Nimbus, welcher Mohammed-Ali's Namen umgiebt, fordert ein Verweilen gerade bei ihm, der trotz unzähliger Missgriffe, trotz vielfach verfehlter Mittel doch immer Das gesät, was seine Nachfolger ernten und in der Folge noch ernten werden.

hat sich ganz ausserordentlich vermindert. Die Monopole sind so gut wie aufgehoben, der Landmann, früher leibeigen, ist freier Grundeigenthümer geworden. Während die Früchte seines Fleisses ehemals zum allergrössten Theil in den vicaköniglichen Schatz flossen, wandern sie jetzt in demselben Verhältniss in den Beutel des Producenten selbst. Die Steuerlasst ist vermindert worden. An Stelle der Zwangsrekrutirungen ist die allgemeine Wehrpflicht getreten. Die Soldaten, besser gekleidet, genährt und besoldet, bleiben nicht mehr so lange bei den Fahnen, und man führt mit ihnen nicht mehr so viele und so blutige Kriege, als ehedem. Fehlt es freilich auch jetzt nicht an echt morgenländischem Schlendrian, an zuweilen recht plumpen Fehlgriffen und an Inconsequenzen, so wird dennoch die Geschichte, so wie sie den Namen eines Mohammed-Ali im Allgemeinen bewundernd nennen wird, auch demjenigen eines Mohammed-Said und Ismail die Gerechtigkeit nicht versagen.

Im oberen Nubien und im eigentlichen Sudān freilich bieten die öffentlichen Zustände bis jetzt nur wenig Aussicht auf gründlichen Fortschritt zum Bessern dar. Man darf dies weniger einem Mangel an natürlicher Anlage der dortigen Bewohner, weniger einer mangelnden Kulturfähigkeit des Bodens, als der bis jetzt noch so geringen Anregung von Aussen her zuschreiben. Der Einfluss Europas, welcher sich in Aegypten von besster Seite her fühlbar macht, wirkt in diesen fernen Gegenden eher schädlich, als nützlich. Denn die Mehrzahl der Repräsentanten unseres Erdtheils besteht hier in Lüderianen und verbrecherischen Abenteurern, von denen nicht wenige reif sind, das Blut ihrer bei Sklavenjagden hingemordeten Brüder auf dem Schaffote zu sühnen.[1]). Der ägyptische Sudān ist weit vom Sitze des Divan entfernt, und die Statthalter, frei von der strengen Controle der Metropole, handeln meist wie echte Satrapen. Das wohlgemeinte Staatsgrundgesetz des Vice-

[1]) Wer dies Urtheil für zu hart halten sollte, möge sich die Mühe nehmen, die darauf hinzielenden Erörterungen von Brehm, Heuglin, Harnier, Lejean, Speke und Grant, Baker und mir selbst durchzusehen.

königs Said-Bascha für den Sudân existirt mehr nur auf dem Papier für diese Annexa. Namentlich einer der neueren Generalgouverneure des Sudân hat sein Verwaltungsgebiet durch brutale Akte der Willkühr und durch verkehrte Maassregeln für lange Zeit ruinirt. Allerdings auch hindern schlimme klimatische Einflüsse das Eindringen eines kräftigen Fermentes in diese träge Masse, in der sich Zustände offenbaren, welche wir daheim, Gott sei Dank, bereits vor Jahrhunderten durchlebt. Daher in Nubiens meist armen, felsigen Districten noch immer Hunger und Kummer, im Sudân noch immer die alte Rohheit der schon in den pharaonischen Stelen als „elend" geschmähten Kuschiten, Mangel an Handel und Wandel, Unsicherheit der Person und des Eigenthums, wildes Gethier, aufreibende Kriege und verheerende Seuchen! Am weissen Nil nun gar die Schutzlosigkeit der wilden Bewohner, die Schrecknisse der Rassuah![1])

Solche Betrachtungen schienen mir nicht unwichtig für ein näheres Verständniss der nunmehr erfolgenden, die Krankheitszustände jener Gegenden betreffenden Darstellung.

Während in dem civilisirteren Aegypten, unter den Einwirkungen gewisser Sittenverfeinerung, die pathologischen Zustände eine complicirtere, vielseitigere Gestalt annehmen, bieten dieselben dagegen unter den simplen Verhältnissen Nubiens und Sudâns ein weit einfacheres Bild dar. In der ersteren Provinz sind die europäischen Einwanderer und die autochthonen Städtebewohner im Allgemeinen häufigeren und mannigfaltigeren Affectionen unterworfen, als die robusten, einfach lebenden, ägyptischen Landbauer.

Was zunächst die sich hier aufhaltenden Europäer betrifft, so können diese in zwei Kategorien eingetheilt werden, nämlich in Touristen und in längere Zeit hier Verweilende, resp. hier Ansässige.

1) Rassuah (Razzia), im Allgemeinen jeder Kriegszug, insbesondere aber der Raubzug aegyptischer und europäischer Banden zur Aufbringung von Sklaven.

Zu Ersteren gehören diejenigen Patienten, welche für durchschnittlich kurze Zeit hier Milderung ihrer Leiden suchen, jene nicht kranken Vergnügungsreisenden, die, durch die stets wechselnden Reize des klassischen Bodens angelockt, meist nur für Wochen, kaum für Monate, ihren Wanderstab bis an die nubische Grenze, ja selbst noch darüber hinaus, zu tragen pflegen. Unter Solchen, welche hier einen längeren Aufenthalt nehmen, befinden sich theils ganz Gesunde und theils (an Brustübeln namentlich) Leidende, deren unzureichende Geldmittel es ihnen zur Pflicht machen, einen ausgedehnteren Aufenthalt im Lande durch irgend einen daselbst unternommenen Erwerb zu verdienen.

Die hier nur ihrer Gesundheit lebenden Fremden nehmen sich gewöhnlich sehr in Acht, vermeiden möglichst die sich darbietenden Schädlichkeiten, und wenn sie dennoch bald einmal erliegen, so sind die Gründe dazu in ihren Krankheitszuständen, in ihrer geringeren Lebensenergie, zu suchen.

Alle kürzere Zeit hier verweilenden, übrigens gesunden Touristen, sind bei nur mässiger Vorsicht wenig ausgesetzt und kehren meist glücklich heim, nichts mitnehmend, was die angenehme Erinnerung an eines der reizendsten Länder der Erde beeinträchtigen könnte. Das dokumentirt ja schon jene bändereiche Touristenliteratur über die Wiege der Pharaonen, deren Produkte häufig in den begeistertesten Ausdrücken abgefasst sind. Unter den an sich gesunden Ansässigen nun giebt es zwar sehr verständige Leute, deren Leben ganz ein dem fremden Klima des fremden Landes angemessenes ist, doch existirt darunter auch recht viel verlottertes Volk, das sich immer nur in Leichtsinn und roher Schwelgerei gefällt. Unter Leuten der letzteren Gattung verfallen die mehrsten den hiesigen Lokalübeln. Ich erinnere nur an jene europäischen Tagediebe der allerschofelsten Sorte, welche die niedrigen Kneipen und Bordellwirthschaften der grösseren Städte Mittel- und Niederegyptens füllen, aus deren Mitte sich auch stets ein guter Theil der Krankenbestände der dortigen Lazarethe recrutirt.

Im Ganzen sind hier der deutsche, englische und französische Handwerker als fleissig und ehrbar bekannt, aber unter

den süditalienischen, malteser und griechischen Abenteurern, deren es leider die Fülle giebt, kommt viel nichtswürdiges Gesindel vor, Trunkenbolde, Räuber und Meister im Stechen mit der Navaja sevillana.

Frägt man nach den allgemeinsten, hauptsächlichsten Ursachen, welche hier einen Europäer krank machen können, so sind dies: Witterungswechsel, namentlich zur Frühlings- und Herbstzeit, die Schwierigkeit, stets eine der herrschenden Monats-, ja Tagestemperatur[1]) entsprechende Kleidung auszuwählen, unbedachter Genuss nicht gewohnter Speisen, wie z. B. der in grosser Auswahl und Schönheit vorhandenen, auch wohlfeilen Südfrüchte, Staub, directes und reflectirtes Sonnenlicht, die hier leicht sich einleitenden, gewöhnlich aber schnell sich rächenden Ausschweifungen in baccho et venere, endlich noch eine Fülle wenig bekannter, von uns mehr nur vermutheter Momente, deren Aufzählung bereits an anderen Orten versucht worden ist. Intermittenten grösstentheils leichter Natur, Typhen, Rheuma, Katarrhe der Respirations- und Verdauungswerkzeuge, Leber- und Nierenentzündungen, Dysenterie, Syphilis, Hautübel venerischer und nicht venerischer Art, Helminthen und Ophthalmien befallen die hier weilenden Europäer. Die Kinder der letzteren gedeihen, wie ich das schon an mehreren Orten zu bemerken Gelegenheit genommen, sehr schlecht, besonders in den früheren Lebensjahren. Sie gehen theils an gewöhnlichen, auch in anderen Breiten einheimischen Kinderkrankheiten, theils an einem bald acuten, bald chronischer verlaufenden Siechthum zu Grunde, dessen pathognomisches Bild ein sehr vielgestaltiges, nicht leicht in Kürze zu präcisirendes ist. Oft hilft diesen kränkelnden Wesen nur ein radikaler Klimawechsel.

Es fehlt uns zwar nicht an statistischen Nachweisen über die Zahl der in ägyptischen Hospitälern beobachteten Krankheitsfälle, besonders weisen die bekannten Arbeiten von Pruner, Griesinger, Schnepp u. A. in dieser Hinsicht ein brauchbares Material auf; trotzdem will ich noch die folgenden

---

1) Vor Allem bei den starken Differenzen zwischen Tag- und Nachttemperaturen.

Angaben hier beisetzen. Sie betreffen nämlich einen europäischen Volksstamm, der, selbst halb orientalisch, und berühmt als ein zäh-kosmopolitischer, gegen die klimatischen Einflüsse des Ostens mehr gefeit erscheint, wie irgend ein anderer unseres Kontinentes, ich meine nämlich die Griechen. Dr. Dikaios, der letzteren Nationalität angehörig, beobachtete im griechischen Hospital zu Alexandrien folgenderlei Krankheits- resp. Sterbefälle:

Im Jahre 1856 unter 17 an Dysenterie Erkrankten 6 Todte, 1 an perniciöser Intermittens, 1 an Tuberculose.

Im Jahre 1857 starben unter 17 Dysenterischen 8, unter 2 an Hepatitis Erkrankten 1, unter 12 Tuberculösen 8.

Im Jahre 1858 starben unter 11 Dysenterischen 4, unter 4 am typhoiden Fieber Erkrankten 1, unter 7 an Hepatitis Leidenden 1, unter 9 Tuberculösen 5.

Im Jahre 1859 unter 19 Dysenterischen 9, unter 8 an Hepatitis Erkrankten 2, unter 4 an perniciöser Intermittens Erkrankten 2, unter 5 Tuberculösen 3.

Osmanen und Armenier befinden sich in Menge im Lande als Officiere, Verwaltungsbeamte, Dolmetscher und Secretaire des Gouvernements, wie der Konsulate, Armenier sogar und zwar noch mehr wie Osmanen, auch als Geschäftsleute. Die Repräsentanten von beiderlei Nationen ertragen die Einflüsse des ägyptischen Klimas besser, als Nordeuropäer, denen in dieser Hinsicht Spanier, Italiener und Malteser wieder voraus sind. Die sogenannten Levantiner[1]) können als völlig acclimatisirt gelten. Der Armenier ist eine in physischer und geistiger Hinsicht sehr biegsame Natur, die sich fähig zeigt, den verschiedenartigsten Verhältnissen sich anzupassen. Kalt und heiss, gut und schlecht, kriechend und tyrannisch, Alles wird dem betriebsamen Volke von Arsrūm, Kars und Bajesid leicht. So findet es sich denn auch auf ägyptischem Boden ganz gut zurecht.

Unter den hier lebenden Türken existirt eine meist durch

1) Abkömmlinge europäischer, namentlich italienischer, in der Levante eingebürgerter Familien, eine Art (sit venia verbo!) orientalischer Creolen.

Militairpersonen vertretene Kategorie, welche ganz Ungewöhnliches in Vertilgung von geistigen Getränken leistet und daher auch den deletären Einflüssen zu reichlicher Libationen anheimfällt, freilich weit mehr noch in Nubien und Sudān, als an den Gestaden des thebanischen und memphitischen Nil. Sonst übrigens erleiden Angehörige von beiderlei Stämmen ganz ähnliche Affectionen, wie die Sprösslinge der Frankenländer. Die Levantiner dagegen leben und erkranken ähnlich Aegyptens Stadtbewohnern.

Gehen wir nun etwas näher auf die Lebensverhältnisse der in Aegypten sesshaften „Franken" ein. Dieselben hausen zum Theil in vollkommen italienisch, zum Theil aber in sarazenisch gebaueten Wohnsitzen. Die Wohlhabenden umgeben sich mit allem Komfort der civilisirten Heimath. Sie verfügen über geschmackvolle Meubles und über Kunstgegenstände, zu denen die orientalischen Divane und Teppiche, die Gullen, Bardaken und Sirs (Kühlgefässe) des Nilthales wechselvolle Gegensätze bilden. Ihre Kleidung ist die der europäischen Hauptstädte. Der noch vor wenigen Jahren sehr beliebte Fes weicht der Angströhre oder dem Kalabreser. Die Damen, am gastlichen Gestade des Osiris und der Ptah wohlgelitten, dürfen allem Luxus der Boulevards und des Hyde-Parks fröhnen. Die Nahrung dieser Leute bietet Gerichte des Abend- und Morgenlandes dar, Cafés und Konditoreien sorgen für die auch daheim beliebteren Stärkungs- und Erfrischungsmittel, ja es fehlen in den Lokalen des Esbekieh-Platzes zu Cairo selbst die Thérèses und die Spieltische nicht. Die mit Sprungfedermatrazen und mit Moskitonetzen versehenen Betten leiden nur an einem Uebel, an abscheulich vielen sechsbeinigen Gästen.

An den ernsten aber gesunden Ufern des nubischen Nil fühlen sich die Europäer zwar weniger comfortabel, aber doch nicht körperlich übler, (etwa die durch höhere Temperatur veranlassten Inconvenienzen abgerechnet), als in Aegypten (cf. S. 101). Im Sudan wird das anders. In den Fieberhöllen Charthum, Obed, Sennar, Galabat u. s. w. dräut das klimatische Uebel an allen Ecken und Enden. Ein ungemüthliches, einförmiges, der geselligen Freuden und geistigen Genüsse bares

Dasein, fürchterliche Hitze, krasser Staub, Heimweh, die ganze wüste, noch so wenig consolidirte Art des Lebens können hier dem Bessergewöhnten die Existenz vergällen. Der Schlechtere aber, hier freilich in der Ueberzahl, stürzt sich in die scheusslichen Speculationen der Rassuah und des Menschenhandels, in die gefahrvolle Krämerei mit Wilden und in die Elephantenjagd. An Stelle der soliden Ehe tritt hier das lockere Konkubinat mit schönen Abyssinierinnen, rohe Trinkgelage ersetzen die Entbehrungen eines anmuthigen socialen Verkehrs. Unfähig, den ewigen Drangsalen des infernalen Erdgürtels auf die Dauer Widerstand zu leisten, erliegt die Mehrzahl nach kürzerem oder längerem, wenig Freude und wenig Genugthuung gewährendem Vegetiren. Hauptkrankheiten sind: Gewöhnliche und perniciöse Intermittenten, Typhen, Rheumatismen, Skorbut, Helminthen, Dysenterie, Leber- und Nierenentzündungen.

Merkwürdig ist es mir stets gewesen, wie die geraumere Zeit in Nordostafrika lebenden Europäer sich unter den Einflüssen der fremden Erde in Habitus und Benehmen so eigenthümlich gestalten. Im November 1860 verzeichnete ich darüber das Folgende in mein Tagebuch:

„Die Europäer hierselbst altern zeitig, werden bald mager, gebräunt, hohläugig, erhalten früh gefurchte Züge und nehmen häufig eine schlaffe, nachlässige, ja gebeugte Haltung an. Ihr Gedächtniss verliert an Schärfe, ihr Geist wird träge, die Arbeitslust vermindert sich. Manche von ihnen eignen sich ein bedächtiges, mildes, halb träumerisches Wesen an, Andere dagegen verfallen in eine fast maniakalische Zanksucht, sie befleissigen sich eines keifenden, herausfordernden Tones, wie ja auch ihre tägliche Umgebung (den ernsten Nomaden vielleicht ausgenommen) unruhig, laut und pathetisch sich zeigt. Bei nicht Wenigen entwickelt sich ein Hang zn groben Ausschweifungen u. s. w. In Kharthūm aber ist mir und Anderen das todtblasse, gedunsene, kachectische Wesen der Mitglieder der europäischen Kolonie aufgefallen.

Die eingeborenen Städtebewohner Aegyptens leben in ihren theils prachtvoll sarazenisch, theils bescheidener maurisch-ägyptisch gebauten Häusern, und kleiden sich in faltenreiche

Gewänder nach des Ostens Sitte, wobei sie dem Grundsatze huldigen, ihren Kopf stets recht warm, ihre Füsse dagegen recht kühl zu halten. Sie sind zwar geistigen Getränken abhold, bedienen sich dafür aber sehr gewöhnlich narkotischer Mittel (des Häschisch, des Opium in subst.), rauchen viel Taback, trinken viel starken Kaffee, befassen sich gern mit starkriechenden, als Parfüms hier allgemein beliebten, ätherischen Oelen, verbrauchen viel Gewürz, und die nicht immer harmlosen Aphrodisiaca. Ausschweifungen in venere, zu welchen (wie schon Sonnini leider mit Recht bemerkt), selbst Knaben von 10—14 Jahren hinneigen, und der oft so übermässige Gebrauch der türkischen Bäder verweichlichen diese Leute. Unterzieht man die ganze Lebensweise dieses geistig und physisch von Haus aus begabten, aber charakterschwachen Gevölkes einer nüchternen Betrachtung, so nimmt es Einen nicht Wunder, dass dasselbe schon so oft vor der rohen Energie einer Hand voll flügelbärtiger und säbelrasselnder, arnautischer Trunkenbolde gezittert hat.

Unter diesen Leuten sind hauptsächlich Syphilis, Rheumatismen, und zwar weniger der Gelenke als der Muskeln, ferner Katarrhe der Respirationswerkzeuge (im Winter), Gastroduodenalkatarrhe, Hautübel, Ruhr, Leber- und Nierenkrankheiten, Geistesstörungen und Ophthalmien verbreitet. Verwundungen kommen bei ihrer friedfertigen, jeder Raufbolderei völlig abholden Gesinnung und bei ihrer städtisch vorsichtigen Lebensweise nur selten vor.

Das Landvolk (die Fellachin) bildet ein im Allgemeinen gesundes, physisch wohl entwickeltes Bevölkerungselement. Diese Menschen sind nicht Freunde einer dichten Bekleidung, vielmehr lassen die Männer auf dem Felde ihre edelgeformten, schlanken Glieder meist ohne Hülle, die Weiber aber begnügen sich, namentlich in der Thebaide, gerade nur mit dem Nothwendigsten. Ihre Wohnungen erscheinen höchst dürftig, ihre Sitten sehr einfach. Sie sind es früher gewesen, auf denen der Druck der Mameluken und türkischen Statthalter am meisten gelastet. Allseitig geplagt und gehetzt, haben sie sich Jahrhunderte lang in dem bemitleidenswerthesten Zustande socialer

Verkommenheit befunden. Sie haben denn auch stets ein furchtbares Contingent für Infectionskrankheiten geliefert. Gegenwärtig der schwersten fiskalischen Leistungen entlastet, haben sie sich in ihren Zuständen wesentlich verbessert. Bekannte schilderten mir noch unlängst den materiellen Aufschwung der Fellachīn als ein eigenthümliches, für den Menschenfreund höchst interessantes Schauspiel. So scheint sich das Loos dieser Leute allmählich besser gestalten zu wollen, als selbst dasjenige der Bewohner mancher europäischer Fabrikdistricte, in denen Hunger und Kummer gewissermaassen Permanenz gewonnen haben.

Die Hauptkrankheiten der Fellachīn sind Rheumatismen, Syphilis, Lepra, Elephantiasis, Hautübel, Katarrhe der Athmungswerkzeuge, des Darmkanals, Ruhr, Leberkrankheiten, Ophthalmien, Parasiten. Bei ihrer roheren Sinnesart tragen sie auch schon eher Verwundungen davon.

In den nubischen Ackerbaudistricten herrschen im Allgemeinen ähnliche Verhältnisse, wie in denen Mittel- und Ober-Aegyptens. In den südlichsten Gegenden des Landes treten Intermittenten häufiger auf; sonst jedoch sind die Krankheiten der Nubier eben nicht von denen der Fellachīn unterschieden.

Bei den Beduinen der Wüsten und Steppen sind Kleidung, Wohnung und die ganze Lebensweise sehr einfach. Diese Leute leiden an Rheumatismen, Hautkrankheiten, Katarrhen des Kehlkopfs und der Lungen, an Pneumonien; weniger dagegen an Syphilis, Lepra, Ruhr. Manche von ihnen gehen an Insolationen[1]) und an den zuweilen ganz übermässigen Strapazen ihres Lebens zu Grunde.

---

1) Im Allgemeinen ist man in Nord-Afrika der Ansicht, dass die Eingeborenen, besonders aber die soviel im Freien zubringenden Nomaden, dem Sonnenstich nicht oder nur höchst selten unterlägen. Indess hat diese Regel mehr Ausnahmen, als man denken möchte. Auch mir sind etliche derselben bekannt geworden. So z. B. ward einer meiner Freunde, ausgezeichneter Aegyptiolog, im Jahre 1863 in Wadi Sōfra unfern Schendi und mit ihm drei nomadische Kameeltreiber, vom Sonnenstich getroffen. Zwei der Eingebornen starben noch denselben Tag.

Im Sudān treten gewisse dominirende Krankheiten, als gewöhnliche und perniciöse Intermittenten, Typhen, Scorbut, Dysenterie, acute und chronische Diarrhöen, unter Sesshaften und unter Nomaden auf. Namentlich schlimm ist hier freilich der Fremde daran. Das lange Todtenregister der hier schon an Fieber, Insolation, an Dysenterie und Scorbut zu Grunde gegangenen und noch alljährlich daran sterbenden Europäer, sowie türkischer und ägyptischer Beamter[1]), erinnert uns, dass in diesen Gegenden vorläufig noch keine Stätte für erfolgreiche Besiedelung sein kann und darf. Schon ältere Reisende, wie Pater Krump und Bruce, bemerken, dass im Sennār zu gewissen Zeiten Fremde und Einheimische nicht gediehen, dass dann selbst das Hausvieh litte, ja dass die Thiere der Wildniss manchen noch wenig oder gar nicht bekannten Affectionen anheimfielen. Letztere werden freilich von dem vereinzelte Vorkommnisse und locale Verhältnisse so leicht verallgemeinernden und phantastisch ausschmückenden Eingeborenen dem Stiche der noch halb fabelhaften Surrita oder Tzaltzalya, angeblich einem Seitenstück der südafrikanischen Tsetse-Fliege, zugeschrieben.

Die öffentliche Gesundheitspflege zeigt sich in Aegypten, Nubien und Sudān bis jetzt leider in einer wenig gedeihlichen Weise entwickelt. Es giebt zwar im Diwān eine Centralstelle für die Medicinal-Angelegenheiten, es giebt da Kollegien, Gesundheitsräthe, in Cairo gar ein offizielles Bildungsinstitut für Aerzte und noch vieles Andere mehr, es sieht und hört sich Manches recht schön an, aber im Allgemeinen ist

---

1) Die europäische Colonie zu Kharthum z. B. ist bereits mehrmals bis auf wenige Individuen ausgestorben. Es hat der Tod in Gestalt des Fiebers endlich doch selbst Solche dahingerafft, die sich viele Jahre lang im Lande befunden und sich bis dahin stets einer leidlichen Gesundheit zu erfreuen gehabt. Die österreichischen Mission, welche von 1848—1860 in Kharthum bestanden, hat wegen Ablebens der Mitglieder einigemal vom dortigen Consulat unter Siegel gelegt werden müssen. Aehnlich ist es auch in den Stationen Heiligenkreuz und Gondokoro am weissen Nil zugegangen.

wenig Reelles dahinter, namentlich seit die obersten Medicinalstellen aus den Händen redlicher, wissenschaftlich hervorragender, energisch durchgreifender Deutscher in diejenigen einer Anzahl oberflächlicher Windmacher aus aller Herren Länder und einiger ganz strebsamer, aber nicht ernst genug durchgebildeter Mohammedaner übergegangen. Möge sich ja Niemand durch den Bombast täuschen lassen, der manchmal aus den Regionen der Pompejussäule und aus den gesegneten Gauen von Memphis zu uns herübertönt, durch einen Bombast, den die Türken gutmüthig oder vielmehr schwach genug sind, für baare Münze zu nehmen, mit dem endlich man in Europa zuweilen recht erfolgreich Schaum zu produciren weiss. Wer übrigens mehr über diese im Ganzen sehr unerquicklichen Dinge zu erfahren wünscht, kann darüber in meiner Skizze der Nilländer, Cap. IX., nachschlagen.

Die Eingeborenen sind im Allgemeinen zu leichtsinnig und zu träge, um grossen Bedacht auf Erhaltung ihrer Gesundheit zu nehmen. Vieles thun hierbei der im Islam wurzelnde Fatalismus, der durch den Aberglauben genährte Schmutz[1]), die Unwissenheit. Verkehrte Geschmacksrichtungen, verkehrt, weil sie jeder gesunden Vernunft Hohn sprechen, auch Hang zu Ausschweifungen, arbeiten hier dem Verderben unaufhörlich in die Hände.

Immer wirkt in diesen Beziehungen auf Aegypten bereits der europäische Einfluss, indessen mag es selbst hier noch lange dauern, ehe so manche tief eingewurzelte Vorurtheile einem besseren Verständnisse gewichen sein werden.

Im Sudān freilich kommen gar häufig Dinge in Betracht, welche für menschlichen Aberwitz noch unberechenbar sind, jene ungeregelten Kraftäusserungen einer gewaltig regsamen Tropennatur, wie wir ähnliche auch in anderen heissen Ländern schaudernd und doch bewundernd wahrnehmen können. Dort finden Jahre lang hintereinander ausgiebige Regen, in den

---

1) Waschen doch manche vornehmere Leute ihre Kinder selten und lassen sie aussen gar zerlumpt einhergehen, um sie dem „ihrem Gedeihen absolut schädlichen, ja höchst verderblichen bösen Blick!“ neidischer Mitmenschen zu entziehen.

Grenzen des Normalen bleibende Ueberschwemmungen statt, und nun treten plötzlich furchtbare, überreiche Niederschläge, bald darauf wieder entsetzliche Dürre, ein.[1]) Solche Ereignisse aber bieten in dieser unbändigen Natur weit stärkere Gegensätze dar, als dies bei uns durchgängig der Fall zu sein pflegt. Auch schaffen hier ewige Kriege mit ihrem Gefolge von Verwüstung und Elend, der Zahn wilder, räuberischer Thiere und die Abenteuer der manchmal recht gefahrvollen Jagden dem Tode hinlängliche Beute.

Wenden wir uns nunmehr zur kurzen Betrachtung einiger hauptsächlich herrschender Krankheiten beider oben bezeichneter Zonen.

Intermittirende Fieber befallen in Nieder-Aegypten und in Nubien zwischen Alt-Dongola und Meraui, Provinz Schegîe, seltener, und selten in bösartiger Form, Fremde, sowie Einheimische. Häufiger, auch in schlimmeren Graden, stellen sich derartige Krankheiten schon in der Bejûdasteppe, südlich vom 17.° n. Br., ein. Von da ab südlich mehren sich jene Fieberheerde, die ihren schrecklichen Ruf mit Recht nach allen Landen verbreitet: die Ufer des blauen und weissen Nil, des unteren Atbârah, das Zwischenflussland vom Sennâr, der südlichere Theil von Taka, das Baria- und Basenaland, Kordufân, am rothen Meere das Söhhil, vom eigentlichen Samhâr bei Massaua bis zum Tchammet-Adâjel und den Chalat-es-Somâl, über etwa zehn Breitengrade, und in weite Fernen über den Aequator bis zur südlichen Regengrenze hinausreichend. Am heftigsten wüthen die Fieber kurz vor und kurz nach Aufhören der Regenperiode. Gänzlich frei von ihnen ist eigentlich keine Zeit im Jahre. An manchen Localitäten zeigen sich diese Affectionen bösartiger, als an anderen. In gewissen Gegenden

---

1) Während z. B. die allzu nasse Regenzeit des Jahres 1862 fast ganz Sennâr (15 bis ca. 7° n. Br.) unter Wasser setzte und während damals in den stinkenden, gährenden, meilenweit sich erstreckenden Regenteichen sich das tödtlichste Gift erzeugte, litt Bâriland (4° n. Br.) in den Jahren 1857 und 1861 an versengender, grässliche Zustände des Hungers und der Verzweiflung hervorrufender Trockenheit.

fehlen dieselben lange und brechen daselbst plötzlich aus, bestehen eine Zeit hindurch, verschwinden wieder, um von Neuem, nach mehr und minder bedeutenden, zeitlichen Schwankungen, zum Vorschein zu kommen. Sie sind hier endemisch, dort epidemisch, hier constant, dort ephemer. Ihr Entstehen ist oft scheinbar ganz deutlich an gewisse Bodenzustände gebunden, wie z. B. an die Existenz von Erdklüften, stehenden oder träge fliessenden Wassern, von morastigen Walddickungen. Es finden sich z. B. südlich vom 15.° n. Br. Fieber ein in kahlen, staubigen Ebenen, wie um Kharthūm, Woad-Medīne und Sennār, in Steppen voll schwellender Rohrdickichte, wie zwischen blauem Nil und Dindir, in finsteren Urwäldern voll Palmen und Lianen, wie bei Rosēres, auf lachenden an Europens schönste Weidegründe erinnernden Waldwiesen (Om-Durmān), an Abhängen der Küstengebirge, in den Schorabüschen des seichten Meeres, fast zwischen den Korallenbänken der brandenden Fluth! Oft aber späht das Auge des Forschers vergebens nach ätiologischen Momenten umher, es wendet sich ermüdet ab, ohne auch nur die leiseste Andeutung zu gewinnen, die irgend einen Anhalt für die nach Ursachen suchenden Speculationen gewähren könnte. Leider fehlt uns bislang noch jeder tiefe Einblick in das Wie und Woher jener Affectionen. Wir finden hier weder in der Annahme toxisch wirkender Gase, noch in derjenigen gewebedurchwuchernden Cryptogamen unsere Befriedigung. Es werden noch Zeiten auf Zeiten vergehen, bevor es gelingen mag, dies Dunkel zu lichten.

Während nun, wie schon angedeutet, Intermittenten in Aegypten und in Nubien im Allgemeinen milde auftreten, bald als eintägige, bald als dreitägige, während sie hier meistentheils den gebräuchlichen Medicationen weichen (Schwitzbädern, Chininsulphat, Arsenikalien u. dgl.), gewinnen dieselben dagegen im Sudān so leicht die Tendenz, remittirend, continuirlich zu werden, und einen bedeutenden Procentsatz der Befallenen dahinzuraffen. Ja sogar die nicht perniciös werdenden, einfach intermittirenden Fieber untergraben hier bei ihrer nur zu häufig längeren Dauer die Lebensenergie des befallenen Individuums. Sie hinterlassen, selbst gewichen, schwere, oftmals

noch tödtlich endende Folgekrankheiten, wie (hier) reissend schnell entstehende, sehr quälende Fieberplacenten, Wassersuchten, Geistesstörungen u. s. w.

Im Sennär existirt eine Form der perniciösen Fieber, die hinsichtlich ihres rasch mortalen Verlaufes der sogenannten asphyktischen Cholera kaum etwas nachgiebt, wobei der Tod binnen wenigen Stunden eintreten kann!

Als Hauptmomente, welche in diesen Regionen eine in die Kategorie der erwähnten Fieber gehörende Krankheit hervorrufen sollen, gelten nach gewöhnlicher Angabe: Häufiges und andauerndes Aussetzen der Sonne, Durchnässung, Erkältung in feucht-kühler Nachtluft, körperliche Beschwerden auf Reisen, Truppenmärschen u. s. w., ferner psychische Strapazen bei allzu reger geistiger Thätigkeit und bei Gemüthsaffecten, Ausschweifungen im Essen, Trinken und im Geschlechtsleben, Genuss gewisser, als „unfehlbar fiebererzeugend“ angesehener Speisen, endlich Einathmung von Wald- und Sumpfluft.

Freilich trifft nun so etwas recht häufig zu. Z. B. werden die ägyptischen Truppen auf ihren mit unsäglichen Drangsalen verknüpften Märschen durch rebellische Districte des Sudān vom perniciösen Fieber decimirt. Man hat Reisende am Fieber zusammen brechen sehen, denen die möglichste, wissenschaftliche Ausbeute ihrer Unternehmung mehr am Herzen gelegen, wie ein ängstlicher Bedacht auf ihr körperliches Wohlergehen. Man sah Leute am Fieber erkranken, die sich an üppigen Gastmählern allzu gütlich thaten, die in buhlerischen Umarmungen mit braunen und schwarzen Dirnen des Landes nicht Genüge zu finden wussten. Es erschienen tödtliche Fieber bei Personen, die nur eine einzige Nacht in der Nähe dieser oder jener Lache, in irgend einer feuchteren Waldniederung, entweder direct auf blosser Erde oder nur wenige Zoll, selbst Fusse, darüber, zugebracht. Wieder erkrankten Solche, die viel schlechtes Wasser oder kalte Milch getrunken, viel schliffiges Brod gegessen u. s. w.

Aber es sind auch genug Leute befallen, resp. getödtet worden, welche mit allen möglichen, durch die Umstände gegestatteten Vorsichtsmaassregeln gelebt haben.

Man hat schon viele, unendlich viele Cautelen für Euro-

päer in Vorschlag gebracht, welche in diesen Gegenden zu reisen und sich daselbst, so gut es gehen möchte, gegen Fiebererkrankung zu sichern wünschen. Ich habe mich häufig über jene auseinanderweichenden Ansichten verwundern müssen, die gerade in obiger Beziehung sich geltend gemacht. Ich habe dabei aber auch leider die Ueberzeugung von unserer grossen Ohnmacht gegenüber einem Uebel gewonnen, dem schon Manche und ich selbst einen sehr schweren Tribut gebracht. Während nun z. B. der Eine das Tragen von wollenen Hemden und Leibbinden anräth, fordert ein Anderer, der Hitze wegen, leichtes Shirtingzeug. Jener will stets kalten Kaffee, Dieser heissen Thee, ein Anderer Wasser mit Cognac, ein Vierter nur reines Wasser zum Getränk. A. verlangt leichte Vegetabilien, B. kein, C. wohl etwas Fleisch zum Essen, α will Spirituosen, β nicht, γ fordert dazu auf, Chinin prophylaktisch zu nehmen, δ verwirft dies u. s. w. u. s. w. Man könnte Bände voll gegebener, gescheuter und ungescheuter, Verhaltungsmaassregeln sammeln. Was ich endlich selbst für das Beste halte, habe ich (a. a. O. Cap. X. S. 369—379) anzuführen nicht ermangelt. Bei Allem hält der Tod hier seine Ernte unter Gerechten und Ungerechten, unter Weisen und Unweisen. Am meisten und am leichtesten werden hier von Fiebern befallen. Europäer, Asiaten und Abyssinier, letztere oft schon kurze Zeit, nachdem sie ihre kühleren Hochlande mit den dampfenden Plainen, den Niederungen Sennārs vertauscht. Man glaube aber, ja nicht, dass das Gins-ettīn oder Nās-ettīn-es-Sudān, die Kinder des Landes Sudān, davon verschont blieben. Auch sie erliegen der Warda, Rose (d. i. Febris intermitt.) häufig, wiewohl schwerlich jemals in so hohem Grade, als die Fremden.

Neben den zur Kategorie der intermittirenden Fieber gehörenden Krankheiten treten in diesen Ländern auch Typhen auf, vor denen Manche die warmen Klimate gesichert glauben, allein mit grossem Unrecht. In Aegypten, Nubien und Sudān ist der Ileotyphus im Allgemeinen häufiger, als der Pneumotyphus. Mögen nun zwar auch nicht wenige der im Sudān auftretenden, sogenannten „typhösen" Fieber oder „Typhoiden" in den Bereich der perniciösen Intermittenten gehören, so las-

sen sich hier doch auch einzelne wahre Ileotyphen constatiren. Es kommen Fälle vor mit intensiven Fiebererscheinungen, Delirien mit, Meteorismus, fuliginösem Belag, Bronchialkatarrh, Pneumonie, Roseola, heftigen Diarrhöen, Darmblutungen, Parotiten u. s. w., sowie noch häufiger andere, rapid tödtliche, mit schweren Cerebral-Erscheinungen, heftigem Nasenbluten und Petechienausschlag begleitete. Pneumotyphen sind von Griesinger, Bilharz, Peney und Anderen in Aegypten, Nubien und an der afrikanischen Küste des rothen Meeres wahrgenommen worden. Auch das biliöse Typhoid, welches uns Griesinger's schöne Arbeit kennen gelehrt, spielt hier eine Rolle.[1]) Letztere Krankheit ist es hauptsächlich gewesen, die das Innere des Continentes unverdienterweise in den Ruf gebracht hat, als grassire hier von Zeit zu Zeit gar das „gelbe Fieber". Dennoch aber herrschen nicht unwesentliche Unterschiede zwischen jener „andauernden, schwereren, an vielfachen Localisationen reichen Form der Febris recurrens" und dem Vomito prieto der spanischen Creolen.

Die Febris recurrens scheint Nordostafrika von Zeit zu Zeit in furchtbaren Epidemien heimzusuchen, vor Allem freilich dann, wenn starke Anhäufungen einer politisch und social gedrückten Volksmenge stattfinden und wenn Jahre des Hungers hereinbrechen. Letzteres Uebel findet sich ja leicht in Gegenden ein, in denen der halbwilde Mensch gewissermaassen von der Hand in den Mund zu leben pflegt, wo er nicht leicht für die Zukunft sorgt, wo denn auch Dürre, Krieg u. s. w. sofort den allergrössesten Jammer nach sich ziehen (vgl. S. 100).

Allem Anscheine nach ist nun das Pharaonenland schon in den frühesten Zeiten von zerstörenden Typhus-Epidemien heimgesucht worden. Als z. B. Nechao II. an dem von Seti I. begonnenen, von Daryavus Viçtaçpa beendeten Kanale zur Verbindung des Niles mit dem rothen Meere arbeiten liess, sollen etwa 120,000 Menschen an „Krankheit" zu Grunde gegangen sein. In diesem merkwürdigen Lande arbeiteten aber zu Mo-

---

1) Epidemien z. B. 1858 unter dem Militär in Neu-Dongola, eingeschleppt aus Kordufân; 1860 auch zu Berber.

hammed-Ali's Zeit die vielen Tausende von Fellachīn am Machmudīehkanal unter ganz ähnlichen Auspicien, wie in seit lange verflossenen Jahrhunderten, wo anstatt der modernen Kawassen noch die Büttel der „Söhne der Sonne“ ihre Hippopotamuspeitschen über die Frohndiener schwangen. Am Machmudīehkanal hat der Typhus seine Hekatomben so gut verschlungen, wie das wohl schon ehemals geschehen.

Ein Theil der Typhen dieses Landes macht ganz den Eindruck wie die Febris recurrens unserer Hungerdistricte. Eine solche Epidemie und zwar der fürchterlichsten Art musste es gewesen sein, welche 1824—27 Nubien verheert. Es war dieselbe ausgebrochen, kurz nachdem Mohammed-Bey, der blutige „Landesbuchführer“, den Flammentod seines kriegerischen Schwagers Ismail-Bascha zu Schendi durch Schlächtereien im kolossalsten Style gesühnt, wobei denn eine zahlreiche Bevölkerung dem gänzlichsten Ruin überliefert worden. Eine zweite kaum minder entsetzliche Epidemie obiger Art suchte abermals das erwerblose, hungernde Nubiervolk zu Anfang der 1840ger Jahre heim. Wir finden in Russegger's classischem Reisewerk genug der erschütterndsten Scenen aus jenen Schreckensjahren aufgeführt, welche noch zur Zeit meiner Anwesenheit in aller Berābra Munde lebten.

Wenn in diesen weiten Gebieten einmal Sorghum und Penicillaria, die Hauptbrodfrüchte des Landes, missrathen, wenn die „Rinderpest“ den Viehbestand lichtet, wenn selbst Wēka (Hibiscus esculentus), Lupinen, Lubien, Saubohnen und andere Feldfrüchte einen zu geringen Ertrag liefern, theuer werden, alsdann ist auch sogleich die Noth sehr gross. Der Typhus findet unter derartigen Verhältnissen äusserst schnelle Verbreitung.

Im fernen Alterthume scheint man übrigens längs des Niles den Hungersnöthen weit besser vorgebeugt zu haben, als heut, wo man hier doch nur mit Geringschätzung auf das weise, katzen- und hundeverehrende Pharaovolk („Nās-ef-Firaun“) herabsieht. So z. B. berichtet Amenj, Nomarch von Soch, Oberägypten (durch eine Inschrift in Nehera-si-Chnumhotep's Felsengrabe zu Beni-Hassan) über eine unter Usertesen I.

ausgebrochene Hungersnoth und über die (höchst verständigen) Maassregeln, die er, der Nomarch, zu deren Bekämpfung ergriffen. Documente ähnlichen Inhalts hat uns das Alterthum mehrere hinterlassen. Aegyptische Ulema und Dorfschulzen, sowie türkische Baschibosūk und Steuerbeamte können freilich nicht leicht passende Ersatzmänner für die klugen Districtshäuptlinge im alten Lande der Retu abgeben. Das beweisen u. A. die haarsträubenden Schilderungen, welche uns ein arabischer Autor aus den Jahren 1064—1069 n. Chr. von der damals in Aegypten herrschenden Inanition entwirft. Man mordete und frass einander, wo die entsetzlichsten Hungerseuchen überhaupt noch Zeit und Kraft dazu liessen. Alle gesetzlichen und gesellschaftlichen Bande wurden gelöst. Der charakterlose fatmitische Chalif Emmostanser und sein verschlagener Nebenbuhler Nasser-Eddauleh wussten dem Uebel durch Jahre nicht zu steuern. Erst dem energischen Wesīr Bedr-Gemāli gelang es nach langer Zeit, die dadurch dem Lande geschlagenen Wunden wieder zu heilen.

Im Jahre 1843 missrieth in Fasoglo und Dar-Berta die Ernte, eine Seuche (Rinderpest?) rieb die Heerden der Aburof-Beduinen, der Berta und Hammēg auf. Diese genannten Stämme überfielen einander und schlachteten sich gegenseitig, nur um des „Brotes" willen. Eine Epidemie, wobei „Fieber, Ausschlag, Raserei und Nasenbluten hervortraten, raffte damals die Völkerschaften am Tumat, Abāy und Jabūs dahin". So erzählte mir der geistvolle schwarze Rechtskundige El-Amin zu Hewān. Auch Prof. Lepsius vernahm zur Zeit seiner Reise von diesem Elende.

Am linken Ufer des weissen Nils unter 8—6° n. Br. wohnt die schwarze Völkerschaft der Kitch oder Kitsch, dem grossen Denkazweige der Nigritier angehörig. Diese Leute treiben nur wenig Ackerbau und wenig Viehzucht, einigen Fischfang, Jagd auf allerhand Nagethiere, Schlangen, Eidechsen, Termiten u. s. w. Sie säen nicht viel und ernten nicht viel. Sie leben in den Tag hinein, nackt, träge und stumpf. Oft, sehr oft quält sie der Hunger, und die böse Luft ihrer Niederungen raubt ihnen in Zeiten des Mangels den letzten Rest von Kraft. Sie lungern

dann, abgezehrte, verhärmte Jammergestalten, stehlend und bettelnd umher, geniessen erschlagene Thiere bis auf den letzten Knochen, bis auf das letzte Fetzchen Haut, stossen auch noch die Knochen entzwei und kochen eine leimige Suppe daraus. In der grössesten Noth beschwichtigen diese Leute durch Tabaksabber und Rinderharn[1]) (sic) die Anforderungen ihrer erschlafften Verdauungswerkzeuge, wenn sie auch nicht, wie manche andere Barbarenstämme in ähnlichem Lagen, zum Erdessen[2]) greifen.

In solchen häufig wiederkehrenden Zeiten des Mangels fallen die Kitch massenhaft einer typhusähnlichen Krankheit zur Beute.

Weiter oben, unter 5—2° n. Br., lebt die weit verzweigte Nation der schönen, kräftigen, ehemals so heiteren und stolzen Bari. Ihr Land war gut bebaut und lieferte auch gute Erträge, uud doch gab es öfters Zeiten, in welchen der kindisch-träge Schwarze nichts von Vorräthen zu verzehren hatte und hungern musste. Dann gab es stets zugleich Krankheit und Krieg. Nun kam in neuester Zeit ein grässlicher Fluch in's Land. Die verworfene kharthūmer Gesellschaft nämlich trug den Jammer der Rhassuah hinein. Misswachs kam hinzu und namenloses Elend herrschte von den Zinnen der Liriaberge bis stromabwärts zu den Ebenen der Schīr. Höchst ergreifend sind die Schilderungen, welche uns Missionär Kaufmann von dieser unsäglichen Noth überliefert hat. Auch im Jahre 1864 ist hier, wie mir ein daselbst wohlbekannter Freund versicherte, der Hungertyphus von Neuem ausgebrochen.

Diese Krankheit wüthet ferner unter Sclaven, zusammengehetzt von den entsetzlichen Kharthūmern, ein trauriger Handelsartikel für die Hauptstadt des Sudān, der immer von Neuem erworben wird trotz allen Edicten des Padischah und des cairiner Diwān! Solche Unglückliche pfercht man dicht auf Bar-

---

1) Mit ersterem durchtränken sie Baumbast und kauen ihn, mit letzterem versetzen sie ihre Getränke nur um des salzigen Geschmackes willen.

2) „Geophagie“ habe ich in den von uns durchreisten Territorien nirgends gefunden, auch nichts darüber gehört.

ken untereinander, giebt ihnen nur wenig zu essen und überlässt sie rücksichtslos der Vernichtung[1]).

Der Betrachtung dieser Leiden schliesse ich unmittelbar diejenige einer durch die ganze Regenzone unseres Gebiets verbreiteten Affection an. Dieselbe wurde mir von europäischen und ägyptischen Aerzten stets als Scorbut, Scorbuto, Schärbuth, bezeichnet. Sie soll im Sennār hauptsächlich während der Regenzeit auftreten und dann Fremde wie Heimische in gleich hohem Grade befallen. Es werden von ihr nuu ganz besonders Reisende, im Felde operirende Soldaten, Nilschiffer, Jäger, Kameeltreiber u. s. w. heimgesucht. Mangel und Entbehrungen, dabei unzureichende, nur einen geringen Nährwerth repräsentirende Victualien, disponiren vorzugsweise dazu. Anfangs andâuernde Mattigkeit und Verstimmung, später Schwellung und häufiges Bluten des Zahnfleisches, schmerzhafte Lockerung der Zähne, Aufspringen der Lippen, heftiges Gliederreissen, Ecchymosen und Geschwüre an den Unterschenkeln, sehr reichliches Nasenbluten, noch später Darmblutungen und selbst Blutbrechen, sind Hauptsymptome dieses Leidens. Im Verlaufe desselben stellen sich nun auch febrile Erscheinungen von grösserer oder geringerer Intensität ein. Meistentheils freilich nimmt das Fieber einen schleichenden Verlauf. Selten kommt es dabei zu Coma und Delirium. Die bei dieser Krankheit auftretenden Fussgeschwüre sind ebensowohl langwierig, als auch zerstörend; geheilt, hinterlassen sie noch entstellende Narben. Häufig sind es gerade die Localisationen an den unteren Extremitäten, in denen das Uebel vornehmlich sich äussert, wobei allerdings auch das Allgemeinbefinden durch Wochen, ja Monate lang getrübt erscheint. Uebrigens pflegen selbst dann noch jene oben geschilderten Symptome hinterher zu folgen, namentlich aber Erkrankung des Zahnfleisches, Nasenbluten, Blutbrechen, Fieber. Das sogenannte idiopathische Yemen-Geschwür, von Manchen fälschlich für ein ausschliessliches Localleiden des Hedschas gehalten, gehört unzweifelhaft in die Ka-

1) Vergl. mein Reisewerk, Kap. 14 und S. White Baker's Albert Nyanza, II. Bd. S. 289. 290.

tegorie dieses Scorbutes der tropisch-afrikanischen, arabischen und indischen Lande. Ich habe während des Sommers 1860 im Sudān viele türkische Kriegsleute und andere Personen an der eben erwähnten Affection schwer leiden sehen. Mehrere bekannte Afrikareisende, Clapperton, Barth, Overweg, Richardson und Vogel sind daran krank gewesen. Der unvergessliche Barth schilderte mir noch im Frühjahr 1865 diesen leidensvollen Zustand und erzählte mir zugleich, er habe viele meiner oben berichteten Symptome an Eingebornen von Bornu, Kānem, Adamaua, an Fulbe, einigen Tuarek-Kel-Nokunder und Iguádaren, endlich auch an manchen jener beutelustigen Beduinen Welād-Slimān beobachtet, in deren Gesellschaft er einst das Nigritierland Musgu in freibeuterischem Zuge betreten. Nach Barth wendet man in Central- und West-Sudān local die vegetabilische Butter der Bassien dagegen an, in Ost-Sudān hält man den Saft saurer Limonen und Figl, Rettich, für die besten innerlichen Gegenmittel.

Möglich übrigens, dass manche Fälle von Febris intermittens perniciosa und von Febris recurrens auf Rechnung dieses tropischen Landscorbuts geschoben werden. Auch bei den ersteren Krankheitsformen stellt sich zu Anfang des Leidens nicht selten stürmisches Erbrechen ein; dann zeigt sich die dejicirte Substanz wohl gar, in Folge der krampfhaften Anstrengung in der Schlundgegend, blutig gestreift, Nasenbluten gesellt sich, namentlich bei schwerem Typhus, dazu. Affectionen, deren ganzer Symptomenkomplex, trotz mancher Aehnlichkeit mit unserem Skorbut, übrigens weit mehr auf perniciöse Fieber hinweisst, brachen im Jahre 1864 unter der eingeborenen Schiffsmannschaft des wackeren und kühnen Nilquellenforschers, Sir S. White Baker, aus.

In Kharthūm, dieser Hölle aller Fieberhöllen, sollen nach Baker im Jahre 1864 15000 Menschen[1]) an einer solchen

---

1) Weit übertrieben! Vielleicht waren es 3000—3500 Opfer unter einer Bevölkerung von etwa 45,000—50,000 Menschen, 2000 Mann Linienmilitair, 200 Baschibosūk zu Dromedar, und 200 Mann Schegireiter zu Pferde gewesen.

Krankheit verstorben sein. Ferner wurden daselbst nach unserm Gewährsmann von 4000 Mann des schwarzen sennarischen Korps etwa 3600 Mann dahingerafft. Baker nennt dieses Leiden die Pest, indess fehlten demselben, wie mir nachher von befreundeter Seite versichert worden, die characteristischen Symptome der gefürchteten, seit Jahrzehnten von der Erde scheinbar verschwundenen „Bubonenpest.“ Es muss nun jenes kharthümer Uebel entweder eine Epidemie von Skorbut oder von Febris recurrens gewesen sein. Eine ähnliche hat gleichzeitig längs des blauen und weissen Niles arg gewirthschaftet. Von dieser Krankheit, bei der also Nasenbluten ein öfters zu beachtendes Symptom, ist jenes chronisch und acut auftretende, durch profuse Nasalhämorrhagien ausgezeichnete Leiden Sennārs zu unterscheiden, welches ohne weitere Störung des Allgemeinbefindens, aber von remittirendem, heftigem Schmerze an bestimmten Stellen der Stirngegend begleitet, auftritt, und nicht ganz selten mit tödtlicher Erschöpfung endet. Bei diesem Nasenbluten habe ich wohl an die Existenz von Pentastomen[1]) gedacht, ohne jedoch damit irgend eine bestimmte Speculation verknüpfen zu wollen.

Die epidemische Cholera hat schon mehrmals Aegypten, Nubien und Sudān verheert. Sie ist westwärts durch Darfūr nach Wadāi durchgebrochen und kein Mensch weiss, wie weit sie in das Innere des Kontinentes eingedrungen sein mag. Die Intensität dieser Krankheit ist in Afrika womöglich immer noch heftiger gewesen, als je in Europa.

Manche bemühen sich den Ursprung der Pocken aus Innerafrika herzuleiten. Mit welchem Recht, muss indessen völlig dahingestellt bleiben[2]). Varicellen, Varioloiden und Variolen hausen hier freilich endemisch und epidemisch. Einzelne Pockenseuchen haben besonders im Sudān furchtbar

---

1) An solchen leiden hier Ichneumonen, Schakale, Hasen etc. und selbst Schwarze!

2) Ich bemerke hierbei, dass die Stämme des weissen Nil für die Pocken den aus dem Arabischen entlehnten Namen Giddre, Gittere anwenden.

gewüthet. Die Impfung hat zwar strichweise in den unter ägyptischer Fuchtel stehenden Ländern Eingang gefunden, dieselbe wird aber auch selbst da häufig aus Indolenz oder in betrügerischer Absicht vernachlässigt. Pockennarben verunziren sehr viele Eingeborene dieser Regionen.

Thiergifte werden hier verbreitet: 1) Durch Schlangen, *Naja Haje*, *Cerastes ägyptiacus*, *Echidna Clotho, Echis carenata.* Man hört nicht häufig von durch solche Reptile veranlassten Todesfällen. 2) Durch Skorpione, deren gewöhnlichste Art nach meinen Erfahrungen Ehrenberg's *Androctonus quinquestriatus*, welchem ich von Alexandrien bis Bertaland begegnet bin. Auch *A. funestus, A. occitanus* und zwar bis drei *Buthusarten* wirken zuweilen verletzend. Nur sehr selten erliegen Kinder, schwache Weiber und heruntergekommene Männer den Angriffen dieser Arachniden. Mehrere Fälle, die ich bei kräftigen Individuen im Sennār erlebt, verliefen ohne jede nachtheilige Folge. 3) Durch Tausendfüsse, deren es im Innern, nach Darfūr und dem Fertit hin, sehr grosse und sehr gefährliche geben soll (?). Die wenigen von mir beobachteten Fälle waren beiläufig ganz unbedeutender Natur. 4) Durch Hymenopteren, wie *Vespa orientalis*, und durch *Tabanusarten.* Unbedeutend. Die im Sennār so gemeinen *Galeodes* und Lycosen gelten hier als nicht giftig, wenn auch ihr Biss entzündliche Erscheinungen, Hitze, Schwellung, Röthung, Schmerz an den betroffenen Theilen, hervorzurufen vermag. Hundswuth ist in Aegypten zwar nicht unbekannt, jedoch auch nicht häufig; Milzbrand scheint im Sudān hin und wieder vorzukommen.

Gegen Lungenphthise besitzen weder Aegypten noch Nubien Immunität. In Abyssiniens Alpenregionen soll sie sogar ziemlich verbreitet sein.

Europäer, bei denen diese Krankheit schon weit vorgeschritten, gewinnen unter Cairo's und Theben's gesegneten Himmel nichts weniger als Genesung. Man kann sicherlich nicht genug gegen die Leichtfertigkeit eifern, mit welcher europäische, namentlich englische Aerzte, heutzutage ägyptische Climakuren solchen Unglücklichen anempfehlen, die voraussichtlich nur noch kurze Leidenszeit vor sich haben und denen

man dadurch den traurigen Vortheil nimmt, im Kreise der übrigen ihre letzten Seufzer aushauchen zu dürfen. Dass die hiesige Luft bei chronischen Bronchialkatarrhen und in den ersten Stadien (!) der Tuberculose nützlich sein könnte, habe ich bereits früher an mehreren Orten hervorgehoben.

Wenn nun schon in Aegypten die Tuberculose unter Fellachīn, eingewanderten Asiaten und Europäern ihre Opfer fordert, so ist dies noch weit mehr bei schwarzen und bei abyssinischen Sklaven[1]) der Fall, die ihrer Heimath entrückt und in das ihrer Konstitution feindselige Klima Mittel- und Unterägyptens versetzt werden. Ich kenne übrigens Fälle, in denen auch südlich-oberägyptische, erwachsene Fellachīn in Alexandrien, Damiette und Rosette phthisisch zu Grunde gegangen sind. Freilich ist Oberägypten nicht gänzlich von der Tuberkulose ausgeschlossen. Letzgenannte Fälle können also noch als erbliche eingeschleppt gewesen sein. Dagegen ist die Tuberkulose unter braunen Beduinen und sesshaften Schwarzen des Sudān so gut wie unbekannt.

Unter den rheumatischen Leiden dieser Länder ist der Gelenkrheumatismus Sennār's das gefürchteste. Dasselbe tritt vorzüglich zu Anfang und zu Ende der Regenzeit auf, ist öfters mit Endocarditis complicirt und rafft Manchen dahin. Die Eingeborenen kennen jene gefährliche Complication recht gut und beklagen sich, davon ergriffen, über ihr wehes Gelb, Herz. Muskelrheumatismen, zuweilen sehr hartnäckiger Art, kommen ebenfalls häufig zur Beobachtung.

Zu den allgemeinsten in Nordostafrika herrschenden Uebeln gehört unstreitig die Syphilis. Ueber das muthmassliche Alter derselben kann ich mich hier nicht auslassen, muss mich vielmehr auf das an anderen Orten von mir darüber Gesagte berufen. Die Verbreitung der Lustseuche erstreckt sich neuerlich nach Veröffentlichung der schon so vielfach besprochenen

1) Die Bezeichnung „Abyssinier“ betrifft hier namentlich Gala und Sidama, aus Inarya, Kafa, Guragwe, Sindjero u. s. w., weniger die nicht so sehr empfindlichen Amhara und Tigrener des eigentlichen Habesch. Gala und Sidama sind als Sklaven im Orient hauptsächlich gesucht.

Tansimât-i-Cherîeh[1]), weiter, als in den alten, guten Zeiten, in denen strenge Verordnungen den geschlechtlichen Verkehr zwischen Fremden und Eingebornen regelten. Nicht wenige Bewohner von Nordostafrika benennen diese Krankheit mit der Kollectivbezeichnung Effrenj, Effransa, d. h. Franken, Franzosen, trotzdem die von den Arabern Aegyptens so häufig zur Entlehnung benutzten afrikanischen Idiome besondere Namen dafür haben. Aber der gläubige, von religiösem und nationalem Dünkel erfüllte Moslim ist, wenn es gilt, ja sofort bei der Hand, die Urheberschaft von so mancherlei unangenehmen Dingen den von ihm scheel angesehen, wiewohl bewunderten Europäern zuzuschieben. Dazu kommt noch, dass die Aegypter viele medizinische Namen und Begriffe direct aus Europa herübernehmen und arabisch modificiren. Hauptverbreiter der Syphilis sind hier Buhldirnen, Reisende, Schiffer, Kameeltreiber und Kriegsleute. Von einer sittenpolizeilichen Kontrole kann kaum die Rede sein. Man schafft zwar von Zeit zu Zeit ganze Schiffsladungen voll lüderlicher Weibsbilder nach Oberägypten und Nubien, allein man behelligt sie dort nicht weiter mehr, als höchstens mit Belastung einer Art Gewerbesteuer, lässt sie übrigens jedoch treiben, was sie Lust haben. Im Sudān giebt es Kneipen, in denen freie, gemiethete Dirnen oder Sklavenmädchen Sorghumbier, den fuseligen Sorghumbranntwein und fremde Liqueure ausschenken müssen, wobei sie freiwillig oder gezwungen der Prostitution anheimfallen[2]). Auch unterliegen

---

1) Edikte des Friedens von Kutschuk-Kainardschi und die Folge der Satzungen des „pariser Friedensinstrumentes“ vom Jahre 56, welche Erweiterungen des Hatti-Sherif von Güllchane, des ersten türkisch-orientalischen Staatsgrundgesetzes, enthalten.

2) Noch vor einigen Jahren war es etwas ganz Gewöhnliches, dass Besitzer von Sklavenmädchen (darunter Europäer!) dieselben in Kneipen vermietheten oder sie als Lustdirnen feilboten, um mit dem Erwerb der Unglücklichen ihre Taschen zu füllen. Zur Ehre der ägyptischen Regierung sei es hier gesagt, dass diese bereits strenge Verbote gegen dergleichen Niederträchtigkeiten erlassen hat. Ob freilich mit Erfolg? Müssen es abwarten.

dieser die gewerbsmässigen Hautreiberinnen[1]). Längs des weissen Niles sorgen die im Solde der Elephanten- und Sklavenjäger stehenden, äusserst zuchtlosen Berberiner für Unterhaltung jeder Form syphilitscher Leiden.

Meinen eigenen Erfahrungen zu Folge muss ich die Ausführungen des Dr. Fritsch, „auch die schwarzen Rassen seien der constitutionellen Syphilis unterworfen,“ vollkommen bestätigen[2]). Ich beobachtete nämlich bei Schwarzen mehrerer Stämme Ost- und Central-Sudāns sowohl weiche als auch indurirte Schanker, Rachengeschwüre, Condylome, Periost- und Knochenkrankheiten, Wucherungen der Substanz, Caries, Necrose derselben, ferner Hautsyphiliden, wie Psoriasis (Bárass, i. e. Aussatz genannt), Rhypia, syphilitische Pusteln[3]), auch echte syphilitische Hautgeschwüre. In Folge solcher Hautaffectionen decolorirt sich meist die dunkele Cutis der Eingeborenen und hinterlässt abscheulich entstellende, helle, missfarbene Flecken.

Die damit Behafteten heissen Marrād oder Rummād, Aschfarbene, Schmutzige. Andere Reisende haben Aehnliches in Central- und West-Sudān beobachtet, Barth z. B. in Bornu, Baghirmi und Sokkoto, auch bei Einigen der Kel-Auelímmiden, Clapperton zu Roma u. s. w.

Die Syphilis ist hier an und für sich nicht bösartig und hartnäckig, wenn sie von vorn herein mit Umsicht und Consequenz in Behandlung gezogen wird. Aber bei der allgemein herrschenden Indolenz und bei dem eingewurzelten Hange zur Unsauberkeit, wird sie so häufig vernachlässigt und artet alsdann leicht aus. Oder die Patienten fallen den durch ganz

---

1) Diese reiben den Körper mit einer aus Sandelholz, Moschus, Zibeth, Gewürznelken, Schneckengehäusen, Weichselkirschen und celtischem Baldrian bestehenden Composition ein; kneten und strecken auch die Glieder, wie beim orientalischen Bade.

2) S. 764 des vorigen Jahrganges dieser Zeitschrift.

3) Ulceröse Processe finden sich in der Haut solcher Stämme des Innern, denen Mercurialgebrauch gänzlich unbekannt und die sich höchstens mit Regimen und mit vegetabilischen Mitteln zu helfen suchen.

Nordostafrika ihren Unfug treibenden Naturärzten (Hakīm-Fellāch, Tebīb) in die Hand, einer wenig harmlosen Sorte von Quacksalbern. Diese Menschen schaden nicht sowohl dadurch, dass sie eine rationelle Behandlungsweise inhibiren, um ihre zum Theil höchst albernen Rathschläge walten zu lassen, als besonders durch die Pferdekuren, denen sie ihre Opfer unterwerfen. Auch üben hier und am weissen Nile offizielle Regenmacher, ferner Pfaffen, ärztliche Praxis, sie verschreiben Amulette, verordnen Gebete, Tänze u. dgl., werden aber mehr indirect, durch Unterlassung, als durch allzu heroische Heilmethoden, schädlich. Nun giebt es aber kaum Krankheiten, welche so häufig unter die rohen Hände der Quacksalber gerathen, als alle die Geschlechtssphäre betreffenden, als ganz besonders die Syphilis. Ich selbst habe Manches über die Art und Weise in Erfahrung gebracht, in der man dies Leiden hier behandelt; ein wissenschaftlich gebildeter Aegypter, Dr. Schāfē-Bey, giebt noch andere interessante Aufschlüsse darüber[1]). Die hier hinzielenden Affectionen Central-Sudāns schildert uns Schēch Mohammed-Ibn-Omar-el-Tunsi, der gelehrte und geistvolle Verfasser zweier vorzüglicher Monographien über Darfūr und Wadāi[2]).

Man rühmt sich in diesen Ländern, Specifica gegen Syphilis und andere Krankheiten zu besitzen. In ersterer Beziehung ist es namentlich die an mehreren Orten Nubiens gegrabene, Terēba genannte Erde, welche grossen Rufes geniesst. Nach einer auf meine Veranlassung in Berlin angestellten Analyse enthält aber dies hochberühmte, auch von einem französischen Militairarzt mit der Bezeichnung „kostbar“ beehrte Mittel nichts, gar nichts, was nur irgend Vertrauen zu dessen Wirksamkeit erwecken könnte[3]).

Tripper kommen in diesen Regionen sehr häufig vor.

---

1) Mémoires ou Travaux originaux presentés et lus à l'institut Égyptien. T. 1. Paris 1862. p. 505 ff.

2) Voyage au Darfour et au Ouaday, aus dem Arabischen übersetzt von Dr. Perron, Paris.

3) Skizze der Nilländer etc. p. 345, Dr. O. Schultzen's Analyse

Von Paraphimosen werden besonders die Beschnittenen heimgesucht. Die Sitte der Circumcision ist in Aegypten, einer von Chabas beschriebenen, plastischen Darstellung zufolge, schon altpharaonisch. Nicht minder alt scheint die in Nubien herrschende Gewohnheit zu sein, junge Mädchen von 5—8 Jahr durch blutige Operation zu verschliessen, und ihnen erst kurz vor ihrer Verheirathung die Möglichkeit zur Vollziehung des Beischlafes wieder zu gewähren.

Die Lepra scheint in Aegypten und in Nubien zur Zeit nicht mehr mit jener Häufigkeit vorzukommen, wie in älteren Epochen. Dies äusserten wenigstens mir gegenüber dortige Aerzte, ohne übrigens dafür einen Grund angeben zu können. In diesen Gegenden, auch in Abyssinen und tiefer im Kontinente, treten nun die sogenannte squamöse und die knollige Form genannter Krankheiten auf. Eine Erblichkeit der Lepra wird Niemand mehr bestreiten, wenngleich den Gelegenheitsursachen sicherlich eine sehr grosse Bedeutung zuerkannt werden muss[1]). Auch ich bin der Ueberzeugung, dass gerade die „diätetischen" Verhältnisse dabei stark in Betracht kommen. Die im Ganzen so miserable Lebensweise der Nordostafrikaner, in welcher wir überhaupt die Entwickelung so vieler Krankheiten zu suchen haben, wird selbst hierbei einen nicht geringen Theil der Schuld tragen. Wie weit nun im Besonderen der auch unter Nilanwohnern beliebte, reichliche Genuss verdorbener Fische[2]) einwirken möge, wage ich nicht zu entscheiden.

Verwechslung des Aussatzes mit der Syphilis mag hierzulande übrigens nicht selten stattfinden. Gewisse Hautsyphiliden (vergl. S. 124) werden sogar mit denselben Namen, wie die Lepra belegt, nämlich mit dem (arabischen) Namen Bárass. Die Abyssinier haben für letztere die Bezeichnung Gomada. Die schreckliche Lepra mutilans soll im Hochlande von Habesch, namentlich in Semen, in Kordufán, Darfur, Wadái, Bornu und

1) Vergl. Virchow: Die krankhaften Geschwülste, II. B., S 505.

2) Vorzüglich dürfte in dieser Beziehung die faulige Fischkonserve, Fesich oder Mélacha der Araber, Thargi der Nubier, zu erwähnen sein.

westlicher bis zu den vom Niger bespülten Territorien, vorkommen. Die Haut dunkelcolorirter Menschen nimmt natürlich auch in Folge dieser Krankheit eine meissfarbige, fleckige Beschaffenheit an[1]). (Vergl. S. 124).

Der ägyptische und nubische Stadtbewohner, sowie der Landbebauer in beiden Provinzen, pflegen sich häufiger zu baden. Der Beduine, dem es in Wüste und Steppe leicht an Wasser gebricht, bedient sich der Hautunktionen mit Fett, der sogenannten Thelga (S. 124 Anm.), desgleichen der Sudanische Angesessene, dem aber, in den wilderen Districten, auch vegetabilische Butter vom Arakbaum (Bassia), Ocher, Pfeifenthon, Asche und selbst Rinderharn recht sind, um sich damit die Haut einzureiben. Erdige Ueberzüge sollen nebenher gegen den Stich der in den Niederungen des weissen Flusses ungemein zahlreichen und lästigen Moskiten schützen. Trotz aller solcher Mittel giebt es jedoch vielerlei Hautkrankheiten, Eczeme, Erytheme, Prurigo, Acne, Tinea, Krätze, Erysipel, Rubeola, Impetigo, Boutons d'Alep u. s. w. Die eingewanderten Europäer leiden zur Zeit der grössesten Hitze heftig an Schweissfrieseln und an Furunkeln. Sehr bösartige Karbunkel werden an den mit Strapatzen, Aufregung und Elend aller Art ringenden Feldsoldaten des sennarischen Korps beobachtet.

Unter den Krankheiten des Verdauungskanales nimmt die Ruhr den ersten Platz ein. Sie herrscht in beiden Zonen mit gleicher Häufigkeit, mit derselben Intensität. Man hat bereits mit Recht hervorgehoben, dass diese Affection weder ausschliesslich an sumpfreiche, noch an sumpffreie Striche wärmerer Erdgegenden gebunden sei; ihr Charakter ist vielmehr ein ausgeprägt kosmopolitischer. Die Dysenterie befällt Fremde und Einheimische, Kinder und Greise. In Habesch's Alpenlanden dringt sie bis in die Woina-Dega, d. h. bis gegen

---

1) Ein Bekannter hat mir erzählt, dass in den brasilianischen Provinzen Matto grosso, Goyaz, Piauhy und Cearà, vorzugsweise Schwarze von der „Morfeia," i. e. Lepra, befallen würden. Nach anderen Berichten jedoch scheinen Weisse, Indianer und Mischlinge in ganz gleicher Häufigkeit zu erkranken.

6000 Fuss hoch, empor. In manchen Districten ist sie häufiger, als in anderen; hier zeigt sie sich erst stark, nachdem sie seit undenklichen Zeiten nur wenig aufgetreten, dort verschwindet sie nach längerem Hausen wieder mehr und mehr. In der Wüste ist sie zwar nicht gewöhnlich, fehlt jedoch auch da nicht ganz. Sie sucht den meistens Vegetabilien vertilgenden Ackersmann wie auch den hauptsächlich von saurer Milch lebenden Viehzüchter oder den verwöhnteren, in seiner Nahrung öfters wechselnden Städter, heim.

In Aegypten und Nordnubien erscheint sie vorzüglich im Herbste und im Winter, im Sudān mehr im Sommer, in Abyssinien dagegen wieder mehr im Winter. Uebrigens ist keine Jahreszeit ganz frei davon. Man beobachtet chronische, subakute und akute, mildere und bösartigere, manchmal sogar brandige Formen. Complicationen mit Intermittens, Typhus, Icterus sind besonders im Sudān nicht selten. Die Gelegenheitsursachen können sehr zahlreiche sein, Durchnässung, Verkühlung, unpassende Speisen, zu reichlicher Genuss von schlechtem Sorghum-Bier und Hydromel, Strapatzen, Sorgen u. v. A. Die Mortalität ist im Allgemeinen ziemlich bedeutend; hoch stellt sich diese aber bei epidemischen Processen heraus. Letztere haben sich bei erzwungener Anhäufung vieler zu Frohnen genöthigter Leute, wie deren oben erwähnt wurden, bei Truppenconcentrationen u. dgl. bereits häufig genug entwickelt.

Nebenbei will ich bemerken, dass auch in Aegyten Ricinusöl als ein mit Recht beliebtes Mittel zur Regelung des Stuhlganges gilt. Unter den Eingeborenen dieser Länder existiren mehrere Adstringentien zur Stopfung der leicht eintretenden Diarrhöen und zur Behandlung der Ruhr, namentlich Producte von Akazien und Cassien, in Sennār auch der sonderbare Tertūs, dessen Geschichte unsere Botaniker selbst an den von mir mitgebrachten Specimina noch nicht haben entziffern können.

Eingeweidewürmer sind im Nordosten Afrikas bekanntlich sehr zu Hause. Abyssinien behauptet in dieser Beziehung den ersten Rang. Die Häufigkeit der Taenien, des (übrigens wohl über ganz Afrika verbreiteten) *Distoma haema-*

tobium, *Anchylostoma*, des Haupturhebers jener furchtbaren, von Griesinger erschöpfend beschriebenen Chlorose Aegyptens, lässt sich aus der Nahrungsweise dieser Menschen recht wohl herleiten. Ich habe schon anderweitig ausgeführt, dass die Aegypter rohe Muscheln, wahrscheinlich Scrobicularien, rohe Salate, Strünke von Bockshorn, Kressenkraut, *Corchorus* und andere Vegetabilien in Masse zu sich nehmen, dass ferner die Sennärer leidenschaftlich gern rohe, schlecht gereinigte, mit Galle übergossene, mit rothem Pfeffer und mit Salz überstreute Viehdärme, dass die Abyssinier rohes Fleisch, Brondu, essen. Letzteres wird, wie Bruce zuerst behauptet hat, was von Vielen bestritten worden, neuerlich aber wieder durch Apel bestätigt ist, auch aus lebenden Thieren geschnitten[1]. Die Nigritier der oberen Nilgegenden geben sich sehr viel mit ihrem Hausvieh ab, sie benutzen deren Excremente zu allen möglichen Dingen, dulden die Hunde stets in ihren Hütten u. s. w. Dass bei solchen Verhältnissen häufig Gelegenheit geboten wird, Keime von Helminthen einzuführen, leuchtet wohl Jedermann ein. Kein Land der Erde producirt bekanntlich soviel Anthelmintica, als Abyssinien. Qwusso oder Kusso wird hier und im Sennār in grossen Quantitäten, in Abyssinien sogar zu regelmässigen Zeiten prophylaktisch, verbraucht.

Man erzählt, dass, wenn in Habesch ein Diener seinen Herrn vor lästigem Besuch verleugnet, derselbe diesem gegenüber zu äussern pflegt, „der Herr nehme den Kusso". Ueber zahlreiche andere abyssinische Mittel contra Taeniam vergl. meine Skizze der Nilländer.

Der Medinawurm oder Ferendit (*Filaria medinensis*) findet sich einheimisch in den Niederungen von Habesch, in Sennār, Kordufan, Darfūr, Kanem, Ahīr, R'at u. s. w. Er wird von

---

1) Manche Stämme am weissen Nil trinken Rinderblut, weshalb sie auch ihren Thieren nach Bedürfniss zur Ader lassen; man treibt mit dem Blute sogar Handel.

2) Südlich vom 9.° N. Br. kommen im Innern weder Kameele noch Pferde mehr fort. Zum Transport der Lasten dienen daher sehr stramme Zebu's und mehr noch Menschen.

da nach allen Richtungen der Windrose hin verschleppt. Er soll vielfach Solche befallen, die, wie marschirende Soldaten, Elephantenjäger, Träger u. s. w. durch Sümpfe waten müssen oder doch öfters am Rande solcher zu thun haben. Ob nun die Filarienbrut von Aussen her durch die Hautporen eindringt, oder ob sie aus den in eingenommenem, schlechtem Trinkwasser enthaltenen Keimen sich entwickelt, lässt sich vorläufig noch nicht sicher entscheiden.

Nervenübel kommen hier bei allen Bevölkerungsklassen vor. Mohammedanischer und christlicher Zelotismus der Fellachin und Kopten liefern ein nicht ganz unbedeutendes Kontingent von Geisteskranken. Der grösste Theil der Derwische[1]) scheint verrückt zu sein. Theils nämlich ruinirt der Fanatismus den ohnehin wenig herausgebildeten Verstand dieser Leute, andererseits üben dieselben Jahre lang Verstellung, sie erheucheln geradezu Tollheit, und dann befestigen sich in ihnen leicht genug fixe Ideen. Eine wahre Manie bricht aus.

Auch kommen hier Veitstanz, Epilepsie, Katalepsie und ähnliche Leiden vor. Zu Verwundungen gesellt sich häufig stürmischer, lebensgefährlicher, nur sehr selten zu bewältigender Tetanus.

Nach grossen Strapatzen in der Hitze der Wüsten und Steppen findet sich nicht selten ein Zustand von heftiger Erregung ein, Schlaflosigkeit, Hallucination und Irrereden. Der Araber nennt diesen Zustand Er-Ragle, bezeichnet damit aber auch die bei Fieberkrankheiten auftretenden Delirien.

Geburtsthätigkeit und Wochenbett verlaufen bei vollkräftig entwickelten Frauenzimmern Nubiens und Sudâns in der Regel sehr leicht. Es kommt gar nicht selten vor, dass braune und schwarze Weiber in der Steppe oder im Urwald bei der Feldarbeit gebären, das Neugeborne auf die erste beste Weise

1) Aus der Zahl dieser allermeist faulen, unnützen Fanatiker, unter denen hin und wieder sogar recht bösartige Intriguanten, schliesse ich gern die harmlosen, weit seltener in Tollheit und Niederträchtigkeit ausartenden Fakire und Fakih's vom Sennâr aus, der Mehrzahl nach gläubige, aber auch tolerante und fleissige Grundbebauer.

unterbringen und nach kurzem Ausruhen gemächlich den Molot, das Grabscheit, oder die Sichel, weiterführen. Die sich häufig schon im Kindesalter vermählenden Aegypterinnen dagegen leiden beim Geburtsakt und im Wochenbett nicht wenig an den Folgen solcher Unnatur. Nur ein entwickelter Weiberkörper wird fähig sein, die durch die Evolutionsprocesse hervorgerufenen, gewaltigen Umwälzungen im Organismus gut zu ertragen. Aber eine Aegypterin ist, wenn sie sich von 11—13 Jahren verheirathet, auch bei verhältnissmässig frühe eintretender Pubertät, dazu noch immer nicht hinlänglich physisch ausgebildet.

Die Opfer dieser abscheulichen Sitte verlangen bei der Geburt häufig eine Kunsthülfe, die ihnen von Weibern, (niemals von Männern) in der rohesten Weise gewährt wird, erliegen aber auch manchmal während des Aktes. Das Säugegeschäft dauert durchschnittlich zwei Jahre. Solche ungemein schlaffen, schlauchartig verlängerten Brüste, wie sie von Fritsch und Anderen bei Afrikanerinnen beschrieben wurden, habe ich im Sudān nirgends beobachtet, obgleich der Busen einer mehrgebärenden Fungi- oder Denkafrau keineswegs die meist klassische Formenschönheit junger und noch jungfräulicher Töchter ihres Landes zeigt.

Dr. Fritsch bemerkt (S. 765), dass in Südafrika die Wunden, selbst wenn sie noch so geringfügiger Natur, besonders sorgfältig gepflegt werden müssten, sollten dieselben sich nicht täglich vergrössern, anstatt zu heilen. Ein ähnliches Verhalten ist auch in anderen Gegenden Afrika's, in Asien und Amerika beobachtet worden. Burckhardt unt. A. führte an, in Mekka und Djidda brächte auch der kleinste Riss, der geringste Stich eines Insectes, wenn vernachlässigt, ein Geschwür und bald hernach eine offene Wunde hervor. Ganz dasselbe lässt sich von Ost-Sudān und nach ausführlicheren Aeusserungen mir bekannter Personen (Barth, Binder, furische Gondjaren), auch von Central-Sudān behaupten. Uebrigens habe ich selbst im Sennār nicht das von Fritsch aus dem Süden mitgetheilte Verhalten der Wunden beobachtet, vielmehr eine weiche Schmelzung derselben, Neigung zum Zerfall, mit profuser Secretion, nicht selten mit Tendenz zu ausgiebiger Verjauchung.

Diese Verschiedenheit findet jedenfalls in den abweichenden Feuchtigkeits-Verhältnissen der von uns bereisten Gegenden ihre Bedingung. Im Sennār verzögert sich die Heilung von Verwundungen sehr; letztere schmerzen anhaltend, und es kommt jene endlich mit starkem, in nicht wenigen Fällen die Funktion der befallenen Theile beeinträchtigendem Substanzdefect zu Stande. Gangrän ist bei ausgedehnteren Verletzungen stets zu befürchten. Unter den Eingebornen dieser Regionen ist freilich die Unsitte, Sand, und zwar womöglich heissen, in die Wunde zu streuen, am leichten Brandigwerden derselben mit Schuld.

Am weissen Nile und im Süden des Zwischenflusslandes von Sennār kommen in Kriegszeiten durch vergiftete Pfeile veranlasste Wunden zur Behandlung. Die Afrikaner dieser Gegenden bedienen sich des Milchsaftes baumartiger Wolfsmilchbäume (*Euphorbia candelabrum*) und einer ganz eigenthümlichen, von mir auch im Sennār gefundenen, cactusähnlichen Apocynacee zur Vergiftung ihrer mit eisernen Widerhakenspitzen versehenen Pfeile. Die Wirkung soll eine sehr heftige sein. Die Umgebung der Wunde entzündet sich schnell, das Gift versetzt den Körper in tetanische Krämpfe, und der Tod tritt bei intensiven Verletzungen in sehr kurzer Zeit ein.

Aber selbst ganz leichte Streifschüsse, Hautrisse, werden durch Corrosion der Umgebung zur hartnäckigsten Verschwärung gebracht. Manchmal bleiben Lähmungen in den selbst nur oberflächlich verletzten Gliedern zurück.

Die contagiöse Ophthalmie ist eine der häufigsten Krankheiten Aegyptens. Sie zeigt sich in allen Altersklassen der Eingeborenen, öfters aber noch beim niederen Volke, als beim höhergestellten. Indolenz und der damit zusammenhängende Schmutz, sowie Aberglauben, sind auch bei dieser Affection Faktoren von grössester Bedeutung. Wie gewöhnlich sieht man die Musca stabulans und andere zudringliche Dipteren in den schon stark entzündeten, reichliches Eitersekret liefernden Augen der Fellachkinder sitzen, saugen und ihren mit dem Contagium beschmutzten Körper weiterschwingen, ohne dass nur eine Hand sich erhöbe, diese Thiere zu verscheuchen, rechtzeitig ihr verderbliches Thun zu hindern. An Reinhalten der Augen,

an frühzeitige Hülfe bei den ersten drohenden Erscheinungen der Ophthalmie denkt hier selten Jemand. Mit erschreckender Intensität, mit kaum zu berechnender Schnelligkeit verbreitet sich in von Hause aus vernachlässigten Fällen das Uebel. Ist dasselbe acuten Verlaufes, so kann schon 6—7 Tage nach Eintreten der ersten Erscheinungen eine Berstung des Bulbus stattfinden. Chronische Fälle verlaufen oft sehr langsam, characterisiren sich aber nichts destoweniger durch bösartige Symptome, veranlassen die traurigsten Folgen; Trichiasis, Entropium, besonders des Oberlides, Chemose, Granulationen an der Conjunctiva, Flecke, totale Hornhauttrübungen, Verschwärungen, Gangrän, Perforation derselben, Synechien, Vorfall, Verschwärung der Iris, Vorfall der Linse, Linsentrübung, dieselben Erscheinungen am Glaskörper, totale ein- oder beiderseitige Erblindung, sind leider nur zu häufige Erscheinungen in dieser Krankheit. Ich habe Leute gesehen, die, als Folge chronischer Ophthalmie, Entropium, Chemosis, hirsekorngrosse Granulationen, Flecke und Geschwüre der Hornhaut, Irisgeschwüre, Einreissung des Annulus pupillaris, einen sich einleitenden Linsenvorfall nebst Trübung der letzteren, auf einmal zeigten. Nirgends sind Katarakte so häufig, als in Aegypten. Sie, sowie die Ohpthalmien, pflanzen sich nach Unternubien fort, werden im mittleren Theile des Berberlandes seltener und verschwinden mehr und mehr nach Süden, sowie gegen Sudān hin. Zu Ferēg in Dongolah sah ich im September 1860 noch die meisten Augenkranken, südlich davon aber nur wenige.

In Bezug auf sonstige, in diesen Ländern vorkommende Leiden, namentlich einzelner Organe und Organsysteme, muss ich nun auf meine früheren Schriften verweisen, indem ich die mir hier angewiesenen Grenzen nicht mehr überschreiten kann.

Ueber den Ramus collateralis ulnaris Nervi radialis.

Von

Dr. W. Krause.

Professor in Göttingen.

Vor einiger Zeit hat Gruber[1]) eine Bestätigung des von mir[2]) sogenannten Ramus collateralis ulnaris geliefert, welcher Ast bekanntlich vom N. radialis entspringt, am Oberarm eine Strecke weit in der Scheide des N. ulnaris eingeschlossen verläuft, sich dann von ihm ablöst und in Begleitung der A. collateralis ulnaris superior zu einem besonderen untersten Bündel des M. anconeus medialis herabsteigt, welches er versorgt. Gruber hat an anderen Orten angegeben, der genannte Nerv gehe „bisweilen" zur Ellenbogenkapsel. Die Quelle dieses Irrthums, in welchen vor Gruber so viele Anatomen verfallen sind, lässt sich leicht aufdecken. Sie ist technischer Natur. Man hat nämlich einen Nervenzweig richtig bis zur Kapsel des Ellenbogengelenks präparirt, aber die dünnen Muskelstreifchen übersehen, n welchen die betreffenden Fasern endigen.

Bei dieser Gelegenheit macht Gruber die historische Bemerkung, dass auch Cruveilhier[3]) den R. collateralis ulnaris

---

1) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1867. S. 560.

2) Archiv f. Anat. u. Physiol. 1864. S. 349. W. Krause, Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität, Leipzig 1865. S. 11.

3) Anat. descript. 1837. T. II. S. 350.

als Ast des M. radialis aufgefasst habe. Gruber hat dabei vergessen, hervorzuheben, dass ich am Schluss eines Berichtes über ca. zwanzig Autoren, welche diesen Nerven falsch dargestellt haben, von Bourgery[1]) und Sappey[2]) gesagt hatte, die letzteren Beiden hätten die wesentlichen Verhältnisse des genannten Nerven richtig erkannt, wenn auch ihre Darstellung keineswegs eine klare zu nennen sei. Gruber behauptet nun freilich, Bourgery habe von Cruveilhier entlehnt. Aber abgesehen davon, dass solche Behauptungen an sich meistens schwer zu beweisen sind, so muss Gruber, obgleich er die von mir schon früher citirte Figur ebenfalls anführt, momentan vergessen haben, dass Bourgery eine Abbildung lieferte, Cruveilhier hingegen nur eine Beschreibung. Aus Cruveilhier's Worten aber eine Abbildung zu construiren, möchte nicht ganz leicht sein, und jedenfalls hat Bourgery nach der Natur zeichnen lassen.

So klar das Alles ist, so bleibt für den unbefangenen Leser doch ein Punkt in Gruber's Auseinandersetzung auffallend. Cruveilhier lässt nämlich den R. collateralis ulnaris zum M. anconeus medialis gehen, Gruber „bisweilen" zur Ellenbogenkapsel. Wenn Gruber mit letzterer Behauptung Recht hätte, so würde offenbar Cruveilhier einen für die Beurtheilung der (motorischen oder sensiblen) Natur des genannten Nervenrostes sehr wesentlichen Punkt übersehen haben, und gerade diesen Punkt übergeht Gruber mit Stillschweigen!

Die Sachlage bezeugt einmal wieder die bedauernswerthe Unklarheit, welche in der descriptiven Anatomie über die Vertheilungsweise der peripherischen Nerven[3]) herrscht. Als ob ein Nerv bald so, bald anders beschaffen sei, die Fasern derselben Wurzeln nach Umständen bald dieser, bald jener Function vor-

---

1) Trait. compl. de l'anat. de l'homme. T. III. 1844. S. 263. Pl. 59. Fig. 1. Nr. 14.

2) Trait. d'anat. descr. T. II. 1852. S.. 350.

3) Vergl. W. Krause, die Anatomie des Kaninchens in topographischer und operativer Rücksicht bearbeitet. Leipzig 1868. S. 37.

stehen könnten! Wie häufig Varietäten der Nerven sind, ist kürzlich[1]) darzulegen versucht worden; die vielfach behauptete Vertheilung des R. collateralis ulnaris an das Ellenbogengelenk aber repräsentirt keine Varietät, sondern einen Irrthum.

---

1) W. Krause und J. Telgmann, die Nervenvarietäten beim Menschen. Leipzig 1868.

Berichtigung.

S. 65 Z. 16 v. u. lies: $13{,}5^0$ statt $15{,}5^0$.

Ueber Noctiluca miliaris Sur.

Von

Dr. W. Dönitz.

(Hierzu Taf. IV.)

Die Noctiluca miliaris Sur. ist in letzter Zeit mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. Trotzdem kann unsere Kenntniss von dem Bau dieses meerleuchtenden Thieres nur eine sehr unvollkommene genannt werden. Was wir darüber wissen, beschränkt sich auf folgende Angaben. Das Thierchen besitzt eine äussere feste, vollkommen durchsichtige Schale, welche einen dunklen Weichkörper einschliesst, von dem aus verästelte, unter einander Maschen bildende contractile Fäden nach der Peripherie hinziehen, um sich als feines Netzwerk an der Innenfläche der Schale auszubreiten. Die Schale trägt an der einen Seite eine Einbucht, wegen deren sie mit einem Pfirsich verglichen wird. Aus der Einbuchtung entspringt ein geisselförmiges Organ, welches durch seine Peitschenschwingungen die Bewegung des Thieres vermittelt. Unterhalb der Geissel, in der Tiefe der Einbuchtung, ist die Schale von einer sogenannten Mundöffnung durchbohrt, aus welcher hin und wieder ein dünner Faden hervorgeschnellt wird, um eben so geschwind wieder zurückgezogen zu werden. Der Rand der Mundöffnung ist an der einen Seite mit einem zahnartigen unbeweglichen Vorsprung besetzt. Endlich befindet sich an dem Thiere ein scharfkantiger Stab, dessen Lage aber nicht richtig erkannt ist. Einige

weitere Angaben, die noch streitig sind, werde ich im Laufe der Untersuchung berühren. — Ueber die Fortpflanzungsweise finden sich in der Literatur nur bei Busch[1]) einige Angaben, die aber den Gegenstand keineswegs erschöpfen. Busch will an den in Cadix beobachteten Noctiluken, die er für eine andere Species hält, als die nordische und N. mediterranea nennt, die Keime gefunden und deren Entwickelung bis zu einem gewissen Stadium verfolgt haben. An der Beobachtung des Uebergangs dieser Jugendzustände in weiter entwickelte Formen wurde er durch den Unverstand spanischer Hafenbeamten verhindert.

Bei meinem Aufenthalte auf Helgoland im August und September 1867 traf ich die Noctiluken in so reicher Menge an, dass sie manchmal auf weite Strecke hin das Meer in einer 3 bis 5 Zoll dicken, röthlich erscheinenden Schicht bedeckten; eine Erscheinung, deren schon Suriray[2]) Erwähnung that. Da ich nun einige neue Beobachtungen an ihnen gemacht habe, so theile ich dieselben hier mit, in der Hoffnung, dass sie dazu beitragen werden, einiges Licht auf dieses scheinbar so einfach gebaute und doch so schwer zu analysirende Geschöpf zu werfen. Ich werde zuerst die Schale, darauf den Weichkörper, und schliesslich einen Regenerationsvorgang besprechen.

Die Schale hat im allgemeinen die Gestalt einer Kugel, wie jetzt wohl allgemein angenommen wird. Nur Busch beschreibt sie als abgerundete Scheibe. Besser vergleicht man die Gestalt des Thieres, wie es Huxley[3]) that, mit einem Pfirsich, wegen des rinnenförmigen Einschnitts der einen Seite. Dieser Einschnitt beginnt sehr plötzlich an der Stelle, wo der geisselförmige Anhang von der Schale entspringt. Die anfangs stark gewulsteten Ränder desselben laufen divergirend auseinander, flachen sich ab und verlieren sich allmählich im Niveau

---

1) W. Busch. Beobachtungen über Anatomie und Entwickelung einiger wirbellosen Seethiere. Berlin 1851.

2) Suriray. Recherches sur la cause ordinaire de la phosphorescence marine, et description du Noctiluca miliaris. Magazin de Zoologie par Guérin-Méneville. Paris 1836.

3) Th. Huxley. On the structure of Noctulica miliaris. Quarterly Journal of Microsc. Science. III. 1855.

der Kugeloberfläche. Damit zugleich wird auch die von den Rändern eingeschlossene Grube ziemlich schnell breiter und flacher und gleicht sich sehr bald mit der übrigen Oberfläche der Schale aus. Der eine von diesen Rändern ist wenigstens um das Doppelte länger als der andere und zieht nach der Richtung hin, in welcher der stabförmige Körper liegt, während der kürzere Rand von dieser Richtung unter einem ungefähr rechten Winkel abbiegt.

Der stab- oder pfriemenförmige Körper ist von Webb[1]) schon recht gut beschrieben worden. Das der Geissel zugekehrte Ende ist verbreitert, das ihr abgewendete Ende dagegen scharf zugespitzt. Es scheint dieser Stab die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide zu haben, deren eine Seite im Niveau der äusseren Oberfläche der Kugelschale liegt, während die anderen beiden Seiten in's Innere der Hohlkugel hineinragen. Das verdickte Ende ragt mit zwei Ecken gewöhnlich ein wenig über die Oberfläche der Schale hervor und bildet hier zwei Höckerchen, deren Höhe in umgekehrtem Verhältniss zur Grösse des Thieres steht. Auch das spitze Ende sieht man manchmal unter Verhältnissen, die später erörtert werden sollen, sich über das Niveau der Schale erheben. Für gewöhnlich endet es mit scharfer Spitze in der Ebene der Kugeloberfläche und wird öfters durch eine kleine Querfalte der Schale markirt. Der Stab selbst füllt eine Rinne in der Schale aus, oder, was mir wahrscheinlicher ist, er deckt einen Spalt in derselben zu. Bei der Schwierigkeit der Untersuchung gelang es mir nicht, diese Frage zu entscheiden. So viel ist jedoch gewiss, dass der Stab nicht, wie Busch angiebt, seine Spitze gegen den Binnenraum der Schale kehrt.

In der vorher erwähnten Einbuchtung liegt unmittelbar unterhalb der Insertion der Geissel eine Oeffnung, welche allgemein für den Mund genommen wird. An dem einen Rand dieser Oeffnung hat Huxley einen zahnartigen, dreispitzigen Besatz entdeckt, in Betreff dessen ich auf die Beschreibung

1) Woodham Webb. On the Noctiluca miliaris. Quarterly Journal of Microsc. Science, III. 1855.

seines Entdeckers verweisen muss, da ich an demselben die Details nicht mit derselben Deutlichkeit gesehen habe, wie sie Huxley abbildet. Es mag dies daher kommen, dass die Mundöffnung einem Wechsel der Form unterworfen zu sein scheint, wie aus einer Bemerkung von Tuffen-West [1]) hervorgeht. Auch Brightwell bildet den Zahn etwas anders ab, als Huxley und Webb.

Huxley erwähnt ferner eine zweite, als After gedeutete Oeffnung in der Gegend zwischen Mund und Stab. Ich habe diese Stelle vielfach untersucht, konnte mich aber nicht überzeugen, dass sie wirklich eine Oeffnung darstellt. In vielen Fällen nämlich, wo ich die Noctiluken in solchen Stellungen vor mir hatte, bei denen diese vermeintliche Oeffnung gerade recht klar hätte hervortreten müssen, vermisste ich sie gänzlich, so dass ich vermuthen möchte, dass es sich um etwas zufälliges handelt, um so mehr, als die Lage dieser im Profil trichterförmig erscheinenden Stelle eine vielfach wechselnde ist. Bald liegt sie mehr in der Nähe des Mundes, bald mehr in der Nähe des Stabes. Letzteren Fall zeigt Fig. 2.

Die Geissel endlich stellt ein hohles Rohr dar, mit nierenförmigem Querschnitt [2]). Die Wandung des Rohres scheint aus derselben Substanz zu bestehen, wie die Schale der Noctiluca überhaupt, dabei aber viel zerbrechlicher zu sein als diese. Es kommen nämlich Individuen ohne Geissel vor, die auch, nach Brightwell's Mittheilung, Colonel Baddeley gesehen hat. Hierbei kann ich nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass man bei der Beurtheilung, ob ein Individuum eine Geissel habe oder nicht, sehr vorsichtig sein muss. Die Noctiluca schwimmt nämlich regelmässig mit nach unten gerichteter Geissel. Wendet man bei der Untersuchung Linsen mit weitem Focalabstand an, so kann man das Organ durch den Körper hindurch erkennen. Bei stärkeren Vergrösserungen

---

1) Brightwell. On Self-Division in Noctiluca. Quarterly Journ. of Microsc. Science. 1857. Pag. 189.

2) Eine instructive Abbildung der Geissel giebt Brightwell a. a. O. Tf. XII. Fig. 16.

hindert gewöhnlich der geringe Focalabstand das Einstellen der Geissel in den Focus, wenn man das Thier nicht drücken will. Solche Fälle, in denen man, wie es häufig vorkommt, durch die Untersuchungsmethode am Erkennen der Geissel verhindert wird, darf man nicht mit wirklichem Fehlen derselben verwechseln.

Der Weichkörper der Noctiluca liegt an der inneren Oberfläche der Schale, in der Gegend zwischen Mund und Basis des Stabes. Er bildet eine unregelmässig gestaltete Masse contractiler Substanz. In manchen Fällen zieht sich diese Masse bis über die Gegend hin, welche der stabförmige Körper bedeckt (Fig. 2). Einen kernartigen Körper, welcher in dieselbe eingebettet sein soll, konnte ich nicht in allen Fällen entdecken. Selbst Essigsäure, deren Anwendung empfohlen wird, um ihn sichtbar zu machen, half nicht immer zum Ziel. Ich erkläre mir dies so, dass der Kern, wie dies später erörtert werden soll, wahrscheinlich in directer Beziehung zur Fortpflanzung steht und deshalb periodisch auftritt. In manchen Fällen mag auch aufgenommene Nahrung als Kern gedeutet worden sein.

Die contractile Substanz schickt eine grosse Anzahl von Fortsätzen aus, welche in radiärer Anordnung das Lumen der Hohlkugel durchziehen, sich vielfach verästeln, unter einander anastomosiren, gegen die Peripherie hin feiner werden und sich endlich als äusserst zartes Netzwerk an der Innenfläche der Schale ausbreiten. An den Theilungsstellen der Fäden finden sich häufig grössere Anhäufungen contractiler Substanz, welche in ihrer Erscheinung grosse Aehnlichkeit mit den sogenannten Schwimmhäuten an den Pseudopodien der Rhizopoden besitzen. Eine solche Stelle ist von Quatrefages [1]) sehr naturgetreu abgebildet worden. An den Fäden bemerkt man sofort dunkel contourirte Kügelchen, welche den Eindruck von Fetttröpfchen machen und in der That dafür angesprochen werden müssen, da sie sich gegen Reagentien wie Fett verhalten und nach dem Absterben des Thieres intact zurückbleiben, während die con-

1) de Quatrefages. Observations sur les Noctiluques. Ann. des Sc. nat. IIIième Sér. Zool. XIV. 1851. Pl. V. Fig. 2.

tractile Substanz zerfällt. Diese Fetttröpfchen nun sieht man die Fäden auf und ab wandern, je nach der Richtung der an den Fäden ablaufenden Contractionswelle. Neben den Fetttropfen sieht man an den Fäden andere Körnchen, welche das Licht in derselben Weise brechen wie die contractile Substanz der Fäden selbst. Auch sie wandern hin und her. Sie entstehen manchmal plötzlich an einem vorher gleichmässig breiten Faden und vergehen auch wieder unter den Augen des Beobachters. Daraus erhellt, dass sie nichts weiter sind, als kleine Anhäufungen contractiler Substanz, und dass ihre Bewegungen in die Kategorie der Körnchenbewegung der Rhizopoden gehören, die nach Reichert's [1]) Untersuchungen als locale Contractionserscheinungen aufzufassen sind, und welche, wenn sie ihren Ort verändern, als Contractionswellen auftreten.

Es fragt sich nun, ob die Fäden der Noctiluca als Pseudopodien, das heisst als solide Stränge contractiler Substanz, oder ob sie als Röhren mit contractilen Wänden aufzufassen sind. Die Beobachtung des blossen Fadens lehrt in dieser Beziehung gar nichts; an so feinen Fäden würde sich optisch eben kein Hohlraum, auch wenn er vorhanden sein sollte, erkennen lassen, eben so wenig wie an einem leeren Capillargefäss, das durchschnittlich viel dicker ist, als ein solcher Faden. Da gilt es also, nachzusehen, ob die Fäden einen Inhalt führen, welcher Natur dieser Inhalt ist, und wie er sich zur contractilen Substanz des Fadens verhält. Nun hat aber schon Quatrefages bemerkt, dass die aufgenommene Nahrung, aus Diatomaceen, Bacillarien u. s. w. bestehend, bis in die stärkeren Fäden eindringt, dass Carmin und Indigokörnchen bis eben dahin gelangen, und dass endlich die feineren Fäden immer nur an Volumen geringe In-

---

1) Reichert. Ueber die contractile Substanz und ihre Bewegungserscheinungen etc. Abhandl. der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1867.

Ueber die Bewegungserscheinungen an den Scheinfüssen der Polythalamien etc. Monatsber. der Kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1862.

haltsmassen führen. Diese Beobachtung kann ich nur bestätigen. Auch die oben erwähnten Fettkörnchen werden um so kleiner, je feiner der Faden ist, in dem sie stecken. Ja, in den zarten Maschen an der Innenfläche der Schale sind diese Körnchen unmessbar fein. Hätte man es nun mit soliden Fäden zu thun, in welche die Körnchen eingebettet wären, so sieht man nicht ein, warum nicht auch einmal grössere Körner bis an die Peripherie der Schale durch Contractions-Bewegung getrieben werden sollten; davon zu schweigen, dass nach Reichert's oben erwähnten Untersuchungen die Contractionswellen über fremde Körper hinweg ziehen, ohne sie fortzuschieben. Die Annahme contractiler Röhren dagegen erklärt die Erscheinung vollkommen. Die feineren Röhren sind eben nicht so sehr erweiterungsfähig, um grössere Körper aufnehmen zu können. Deshalb gelangen nur äusserst kleine Partikel bis in die feinsten Fäden; die grösseren Körper müssen in den stärker ausdehnbaren dickeren Röhren zurückbleiben. Man muss demnach Quatrefages vollkommen beistimmen, wenn er den Hohlraum des Weichkörpers sich in die Fäden fortsetzen lässt. Aus demselben Grunde kann ich aber diesem Autor nicht beipflichten, wenn er diese Fäden Pseudopodien nennt. Unter Pseudopodien versteht man solide, unter der Gestalt von Fäden erscheinende Contractionszustände von contractilen Substanzen, niemals aber röhrenförmige Gebilde, gleichgültig, ob sie Contractionsfähigkeit besitzen oder nicht. So wird es Niemand einfallen, die Saugfäden der Acineten mit Pseudopodien identificiren zu wollen.

Ein Umstand bestärkt uns noch in der Auffassung, dass die Fäden der Noctiluca keine Pseudopodien sind. Man hat nämlich noch nicht beobachtet, dass der Weichkörper neue Fäden ausschickte, die selbständig durch das Lumen der Kugel gezogen wären und sich an die Schale angeheftet hätten, während doch auf der anderen Seite bei Rhizopoden das Hervorstrecken neuer Scheinfüsschen eine characteristische Erscheinung ist. Man könnte dagegen einwenden, dass Krohn [1]) und später

1) Krohn. Notiz über die Noctiluca miliaris. Wiegmann's Arch. für Naturgesch. 1852. Bd. I.

Huxley das Hervorschnellen und plötzliche Zurückziehen einer sogenannten Cilie aus der Mundöffnung beschreiben. Mir ist dieses Phänomen leider nicht zu Gesicht gekommen; doch ist es mir wahrscheinlich, dass diese Cilie in der That eine Pseudopodie ist. Nur darf man dieselbe nicht für ein Analogon der im Innern der Schale ausgespannten Fäden halten. Letztere wechseln zwar ihre Gestalt, niemals aber, soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, ihre Anheftung; niemals entstehen neue Fäden im Innern der Schale. Die Cilie dagegen tritt nach Art der Pseudopodien nach aussen hervor und kann demnach als Scheinfüsschen aufgefasst werden, da sie ja von einer Substanz ausgeschickt wird, die zu den contractilen gehört. Bedenkt man nun, dass an den Fäden der Noctiluca die sogenannte Körnchenbewegung sich zeigt, so würde es nicht einmal auffallen können, wenn man im Innern der Schale eine Pseudopodie sähe. Nur würde man den Zweck einer solchen im Innern eines nach aussen hin vollständig abgeschlossenen Hohlraumes nicht verstehen. Aus diesem Grunde glaube ich nicht, dass es gelingen wird, eine solche Beobachtung zu machen.

Ich habe mich oben, bei Beschreibung der Schale, gegen die Existenz einer Afteröffnung ausgesprochen und bin darin in Widerspruch mit Huxley, welcher sogar einen wohl begrenzten Nahrungskanal annimmt, der Mund und After verbinden soll. Einen solchen Canal konnte ich nicht auffinden, und das Verhalten der aufgenommenen Nahrung widerlegt dessen Vorhandensein. Die Nahrungsmassen, welche mitunter sehr voluminös sind, dringen noch unverdaut in die Fäden ein und sind dann immer von grösseren Mengen contractiler Substanz eingeschlossen. Gar nicht selten hängen diese Anhäufungen contractiler Substanz um Nahrungsmassen nur durch relativ dünne, das heisst stark contrahirte Fäden mit der Hauptmasse des Weichkörpers zusammen. In diesem Falle müsste nach Huxley's Auffassung das Nahrungsmaterial den Verdauungskanal verlassen haben und durch die Wände desselben in die Fäden eingedrungen sein, was doch wohl im höchsten Grade unwahrscheinlich ist, da etwas Aehnliches, wie ich schon oben hervorhob, im ganzen Bereich der contractilen Substanz nicht weiter

vorkommt. Ausserdem hat Webb die Entleerung der Contenta immer nur durch die centrale Depression, das heisst durch die sogenannte Mundöffnung erfolgen sehen.

Die contractile Substanz erstreckt sich auch in die Geissel hinein und nimmt hier ein quergestreiftes Aussehen an, wie das schon Huxley gegen Quatrefages hervorhob, der die Querstreifung in die Membran der Geissel verlegte. Man hat häufig Gelegenheit, abgestorbene Noctiluken zu sehen, bei welchen die Inhaltsmasse aus der Geissel hervorgetreten ist. Dann erscheint die leere Hülle als vollkommen glatte Membran. Hin und wieder erkennt man allerdings in solchen Fällen eine Andeutung einer Querstreifung, aber man überzeugt sich leicht, dass dies auf einem Zurückbleiben von Inhaltsresten in der Hülle der Geissel beruht. Manchmal gewährt eine halbleere Geissel sogar den Anschein, als ob sie zwei oder drei Reihen Löcher trüge.

Quatrefages beschreibt eine aus der Mundöffnung bruchsackartig hervorhängende Masse des Weichkörpers. An frischen lebenskräftigen Exemplaren konnte ich dieselbe eben so wenig wiederfinden, als Huxley, und glaube, dass der genannte Forscher absterbende Thiere vor sich gehabt hat, an denen das Austreten des Inhalts aus der Schale eine gewöhnliche Erscheinung ist.

Was die Einwirkung von Reagentien auf die contractile Substanz betrifft, so will ich nur die Osmiumsäure erwähnen. Es färbte dieses Reagens die contractile Substanz diffus und nur schwach bräunlich, ein Zeichen, dass innerhalb dieser Substanz kein energischer Verbrennungsprocess vor sich geht, wie man nach M. Schultze's erster Mittheilung über die Einwirkung dieses Praeparates auf den Leuchtkörper von Lampyris mit einiger Wahrscheinlichkeit hätte erwarten sollen.

Ich kann die Besprechung des Weichkörpers der Noctiluca nicht verlassen, ohne auf einen mir unerklärlichen Irrthum aufmerksam zu machen, der sich in dem von V. Carus bearbeiteten Theile des Handbuches der Zoologie vorfindet. Es heisst dort in der Diagnose der eigens für die Noctiluca geschaffenen Klasse der Myxocystodea, dass diese Organismen ein gallertartiges, dem Schleimgewebe höherer Thiere ver-

gleichbares Körperparenchym besitzen. Zwischen den contractilen Fäden der Noctiluken und irgend einem Bindesubstanzgebilde der Wirbelthiere findet auch nicht die geringste Aehnlichkeit statt. Keine Spur einer Zelle oder eines Abkömmlings einer solchen ist zu entdecken. Von einem gallertigen Körperparenchym kann nicht im Entferntesten die Rede sein. Die Fäden spannen sich einfach in einem mit hyaliner Flüssigkeit angefüllten Hohlraum aus, und diese Flüssigkeit ist wahrscheinlich nichts als Seewasser. Man beobachte nur eine Noctiluca, deren Fäden sich von der Peripherie gegen die sogenannte Mundöffnung hin zurückziehen, um überzeugt zu sein, dass ausserhalb kein organisirtes Gebilde, sondern nur eine wasserhelle Flüssigkeit existirt.

An demselben Ort findet sich die Angabe, dass die Fäden unter der äusseren Haut ein Maschenwerk bilden, „welches durch eine fein granulirte, deutlich zellige Schicht an jene geheftet ist." Diese Zellen sind nichts anderes als die Maschen selbst, die allerdings bei oberflächlicher Betrachtung für eine epithelartige Zellenschicht genommen werden könnten. Um hier Zellen annehmen zu können, müsste man doch vor allen Dingen deren Kerne nachweisen, was in diesem Falle seine Schwierigkeiten haben dürfte. Ausserdem muss ich bestreiten, dass bei der Noctiluca noch eine dritte, zwischen Maschenwerk und äusserer Hülle eingeschaltete Schicht vorkommt, wenngleich Huxley und Webb eine solche annehmen. Ich habe nichts gesehen, was irgendwie auch nur zur Vermuthung führen könnte, dass eine solche Zwischensubstanz vorhanden sei. Im Gegentheil werden meine gleich zu berichtenden Beobachtungen über die Regeneration der Schale zeigen, dass diese ein directes Product der contractilen Substanz ist; und damit ist die Annahme vom Vorhandensein einer solchen Zwischensubstanz widerlegt.

Bei Gelegenheit einer früheren Mittheilung über diesen Gegenstand [1]) hatte ich die Bemerkung gemacht, dass die Wie-

---

1) Dönitz. Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin, 19. Nov. 1867.

dererzeugung der Schale bisher noch nicht beobachtet sei. Indessen finde ich jetzt, dass Webb schon dasselbe gesehen hat. Da aber Webb's schöne Beobachtung vergessen worden zu sein scheint, so will ich hier noch einmal ausführlicher darauf eingehen.

Es kommt häufig vor, dass während der Untersuchung die Fäden der Noctiluca sich von der Schale loslösen und nach der Anhäufung contractiler Substanz an der Basis der Geissel zurückziehen. Nicht selten quillt dann der gesammte Weichkörper aus der Oeffnung der Schale hervor und reisst den stabförmigen Körper mit sich fort (Taf. IV. Fig. 4.). Behält man dann das Object einige Zeit unter den Augen, so sieht man öfter einen hellen Saum sich von der ziemlich undurchsichtigen Masse blasenförmig abheben. Die einzelnen Blasen confluiren und dehnen sich mehr und mehr aus, während zugleich Fäden von dem Weichkörper nach dem neuen Contour hinübergespannt werden (Fig. 5). Diese Fäden sind schon vorhanden, sobald die ersten Andeutungen des hyalinen Saumes sich zeigen. Niemals habe ich von dem Weichkörper selbständig entspringende Fäden gesehen, die sich durch den Hohlraum hindurch nach der Peripherie vorgeschoben hätten. Allmählich runden sich die Contouren der in einander geflossenen Blasen ab, und man hat eine neue, vollständige Noctiluca vor Augen. Anfänglich sah der dreikantige Stab mit drei Spitzen weit über die contractile Substanz und die sich regenerirende Schale hinaus (Fig. 4). Mit dem Wachsthum der neuen Hülle aber kommt er im Niveau derselben zu liegen, und es markiren sich nur noch die drei Spitzen, welche ein wenig über die Kugeloberfläche hervorragen. Wie die Geissel sich bei diesem Regenerationsvorgang verhält, konnte ich nicht immer mit Sicherheit feststellen. In einigen Fällen schien mir der weiche Inhalt der Geissel aus der alten Noctiluca mitgenommen zu werden und sich, wie der übrige Körper, mit einer neuen festen Hülle zu bekleiden.

Diese Beobachtungen lehren, dass die Schale der Noctiluca ein directes Absonderungsproduct der contractilen Substanz ist. Aehnliche Regenerationsvorgänge wird man bei niederen Thieren

noch häufig finden, und ich verweise in dieser Beziehung hauptsächlich auf die Hydropolypen, indem mir das Bild einer abgestorbenen Campanularia vorschwebt, welches nicht anders gedeutet werden kann, als dass auch hier eine Wiedererzeugung des Hartgebildes stattgefunden hatte. Man sah in diesem Falle nämlich vom Grunde der Glocke aus sich noch einen Ring erheben, welcher einerseits die directe Fortsetzung des obersten Ringes des Polypenträgers bildete, und andererseits eine zweite Glocke trug, welche sich gegen die Oeffnung hin an die Innenwand der äussern Glocke fest anlegte und mit ihr verklebt zu sein schien. Es fanden sich also zwei Glocken ineinander geschachtelt. Ich glaube nun annehmen zu müssen, dass an diesem Exemplar der Weichtheil des Polypenkopfes auf gewaltsame Weise entfernt worden war, dass er sich aber vom Stiel aus regenerirt hatte. Dabei hatte sich der Stiel zugleich um einen Ring verlängert, und der ganze neugebildete Weichkörper hatte dann eine neue Schale ausgesondert.

Dass mir bei meinen Untersuchungen niemals eine sich theilende Noctiluca zu Gesicht gekommen ist, mag an der Ungunst der Jahreszeit liegen. Brightwell, welcher die lehrreichsten Abbildungen über diesen Vorgang veröffentlicht hat, bemerkt, dass die Theilung hauptsächlich im Winter bis in das Frühjahr hinein sich zeigte. Meine Beobachtungen dagegen fallen in die Monate August und September.

Suchen wir uns nun eine Vorstellung von dem inneren Bau der Noctiluca zu machen, so muss man, glaube ich, die Weichgebilde des Thieres als Hohlkörper auffassen, dessen Wände aus contractiler Substanz bestehen. Der Körper schickt vielfach verästelte Fäden aus, in welche sich Fortsetzungen des Hohlraumes, selbst bis in die feinsten Verzweigungen hinein, erstrecken. Das Nahrungsmaterial dringt durch die Mundöffnung der Schale ein. Das Vorkommen einer Mundöffnung des Weichkörpers selbst ist zwar noch nicht beobachtet worden, da gerade die in Betracht kommende Stelle der Untersuchung schwer zugänglich ist; doch dürfte die Anwesenheit einer solchen Oeffnung eine Nothwendigkeit sein. Durch die Contractionen der Leibeswand wird einerseits die Bewegung der von

der aufgenommenen Nahrung abstammenden Fetttröpfchen in den hohlen Fäden vermittelt; andrerseits wird dadurch das von den Rhizopoden her bekannte Spiel der Körnchenbewegung erzeugt. Desgleichen scheint das Hervorschnellen einer sogenannten Cilie aus der Mundöffnung auf eine partielle Contraction der Leibeswand bezogen werden zu müssen und dem Hervorstrecken der Pseudopodien analog zu sein. Ist diese Auffassung die richtige, so besteht die Abweichung der Noctiluca von den übrigen genauer untersuchten Rhizopoden darin, dass sie einen dendritisch verzweigten Hohlkörper besitzt, während nach Reichert's Untersuchungen die an Polythalamien, insonderheit an Gromia oviformis auftretenden Pseudopodien der contractilen Substanz solide Gebilde sind. Zu vergleichen wären diese Fäden nur mit den hohlen Fortsätzen der Amoeben, Gromien u. s. w., nur dass letztere in nicht so feiner Verästelung auftreten.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Noctiluca miliaris Sur., ausgewachsenes Exemplar. Es ist das feine Netzwerk gezeichnet, welches die Fäden an der Innenfläche der Schale bilden. In der Einbuchtung links von der Insertion der Geissel erkennt man die sogenannte Mundöffnung. Die zwei Höckerchen am linken Rande gehören der Basis des Stabes an, welcher von der Unterseite her durchschimmert.

Fig. 2. Mittelgrosses Exemplar einer Noctiluca im Profil. Der Stab ragt mit seinen drei Ecken etwas mehr als gewöhnlich über das Niveau der Hülle hervor. Dicht oberhalb der Basis des Stabes zeigt sich eine ungefähr trichterförmig gestaltete, dunkle Stelle, welche von manchen Autoren für einen After gehalten wird. Die grössere Anhäufung contractiler Substanz zieht sich von der Basis der Geissel bis zur Spitze des Stabes hin. Die contractilen Fäden enthalten grössere und kleinere Fetttröpfchen.

Fig. 3. Noctiluca von der Stabseite gesehen. Der Stab ist an seinem unteren Ende stark verbreitert; seine Spitze ist hier durch eine kleine Querfalte in der festen Hülle bezeichnet. Die in den Fäden enthaltenen Fetttröpfchen sind äusserst klein. Die an der Unterseite gelegene Geissel ist nicht zu sehen.

Fig. 4. Contractile Substanz einer Noctiluca, zugleich mit Geissel und Stab aus der alten Hülle ausgetreten. Die Spitze des Stabes scheint abgebrochen zu sein.

Fig. 5. Contractile Substanz einer Noctiluca, im Begriff, eine neue Hülle zu bilden.

Ueber die Ausscheidung von Arzneistoffen durch die Darmschleimhaut.

Von

Dr. H. Quincke.
Assistenten an der medicinischen Universitätsklinik zu Berlin.

Während für die meisten Secrete des thierischen Körpers schon durch Versuche festgestellt wurde, welche von den in den Körper eingeführten Stoffen durch jedes derselben ausgeschieden werden, und dadurch zum Theil in die Wirkung dieser Stoffe ein Einblick eröffnet wurde, hat sich die Aufmerksamkeit der secretorischen Thätigkeit der Darmschleimhaut bisher weniger zugewendet. Es beruht dies wohl auf der Schwierigkeit, das Darmsecret einerseits in nicht zu geringer Quantität, andererseits frei von den übrigen Secreten des Verdauungstractus, sowie von Ingestis zu erhalten, Schwierigkeiten, welche sich auch der Erforschung der physiologischen Eigenschaften dieses Secrets stets so hindernd in den Weg gestellt hatten.

Unter normalen Verhältnissen kommen die Secrete des Darms nur für den intermediären Stoffwechsel in Betracht, weniger für das Endresultat der Einnahmen und Ausgaben des ganzen Körpers, da sie grösstentheils wieder resorbirt werden. Eine Untersuchung über die Ausscheidung gewisser Stoffe durch die Darmschleimhaut vervollständigt daher die Kenntniss der Bahnen, welche diese Stoffe während ihres Verweilens im Organismus durchlaufen. Unter pathologischen Verhältnissen aber,

sowie nach therapeutischen Eingriffen bilden die Darmabsonderungen ein Glied in der Reihe der wirklichen Excrete, durch welche auch fremde dem Körper zugeführte Stoffe aus demselben entfernt werden, so dass es auch von practischem Interesse erscheint, zu wissen, welche Substanzen durch die Darmschleimhaut ausgeschieden werden, welche nicht. Wie weit die Secretionsverhältnisse des normalen Darmsafts Schlüsse auf die künstlich vermehrten Ausscheidungen zulassen, müssen genauere Untersuchungen der letzteren lehren; vorläufig machen es Thiry's[1]) Versuche mit Drasticis wenigstens wahrscheinlich, dass diese in vielen Fällen nicht sowohl durch Vermehrung der Secretion als durch Anregung der Peristaltik und schnellere Excretion abführend wirken. —

Die reinen Ausscheidungen der Darmschleimhaut wurden, so viel mir bekannt ist, auf den erwähnten Punkt hin bisher noch nicht untersucht, sondern entweder die Faeces oder der Darminhalt hungernder Thiere, wobei natürlich die Secrete aller übrigen Drüsen des Verdauungstractus nicht ausgeschlossen werden konnten.

In den Faeces findet sich Eisen normal in gewisser Menge (Bidder und Schmidt[2]), im Darminhalt fand es Mayer[3]) nach Injection von Eisensalzen ins Blut; Quecksilber fand Saikowsky[4]) in den Faeces von Kaninchen nach subcutaner Application von Quecksilbersalzen, doch bemerkt er selbst, es könne durch den Speichel dahin gelangt sein. Harnstoff wurde von Bernard und Barreswil[5]) im Darminhalt nephrotomirter Hunde aufgefunden. Goldbaum[6]) sah den Uebergang von Jod in Choleradejectionen bei subcutaner Einspritzung von Jodnatrium, nicht nach Jodkaliumeinspritzung.

---

1) Ueber eine neue Methode, den Dünndarm zu isoliren. Wiener Sitzungsberichte. Bd. 50. 1864.

2) Bidder und Schmidt, die Verdauungssäfte und der Stoffwechsel. 1852. S. 261.

3) A. Mayer, de ratione qua ferrum mutetur in corpore. Dorpat 1850.

4) Virch. Arch. XXXVII.

5) Arch. gén. 1847. S. 449.

6) Virch. Arch. XXXVIII. S. 288.

Wurden zu meinen Versuchen zunächst auch nur leicht erkennbare Stoffe gewählt, zum Theil solche, die therapeutisch gar keine Anwendung finden, so deuten die Resultate doch auf die eigenartige Thätigkeit der secretorischen Apparate des Darms hin und lassen vielleicht, bis ausgedehntere Versuchsreihen existiren, Analogieschlüsse über das Verhalten verwandter Stoffe zu. Gegenstand der Untersuchung war stets das Secret des Dünndarms; meist wurden Hunde, einige Mal auch Katzen und Kaninchen zu den Versuchen benutzt.

Der Methoden zur Gewinnung reinen Darmsafts giebt es zwei; beide wurden von mir angewandt. Die erste von Frerichs[1]) herrührende besteht in der Unterbindung von Darmschlingen hungernder Thiere; nach 4—6 Stunden wird das Thier getödtet und der Inhalt der Darmschlinge untersucht. Nach der zweiten von Thiry (l. c.) angegebenen Methode wird ein Darmstück dauernd isolirt, so dass seine Secrete längere Zeit hintereinander untersucht werden können. Dem Hunde (nur auf solche wurde diese Methode angewandt) wird zu diesem Zweck durch eine kurze Bauchwunde in der Mitte der Linea alba ein Darmstück hervorgezogen und an zwei 10—15 Ctm. von einander entfernten Stellen durchschnitten; nachdem nun der obere und der untere Theil des Darms durch Naht wieder zu einem continuirlichen Rohre vereinigt worden, wird das eine Ende des ausgeschalteten Mittelstückes durch Naht geschlossen, das andere (nachdem es vorher etwas verengt wurde) in die Bauchwunde eingenäht, so dass es einen mit der Aussenwelt communicirenden Blindsack darstellt. Nach vollendeter Heilung hat der Hund einen um einige Zoll verkürzten Darm, mit dem er Monate lang leben kann; aus dem isolirten Stück wird das Secret, dessen Eigenschaften und Absonderungsbedingungen von Thiry genauer untersucht wurden, durch Einführung von Kathetern und Schwämmen[2]) gewonnen, die theils durch mechanische Reizung die Absonderung befördern, theils

1) Frerichs, über Verdauung. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. III. pag. 851.

2) Sehr bequem fand ich Kautschukkatheter und Irrigatorspitzen mit mehrfach eingeschnittenen Löchern.

das einmal secernirte sofort nach aussen führen und so der normaler Weise stattfindenden Resorption entziehen. Das ausserhalb der Fistel befindliche Ende des Katheters mündet in einen kleinen Glastrichter, der dem Thier durch einen Gurt fest vor die Fistelöffnung gebunden wird und mittelst eines Korkes ein Glasgefäss zur Aufsammlung des Darmsafts trägt. Der Hund wird mittelst zweier Gurte, die unter Brust und Hintertheil durchgehen, nach Ludwigs Methode halb schwebend aufgestellt und kann viele Stunden in dieser Position verweilen.

Zwei der von mir verwendeten Hunde, beides Weibchen, überstanden die Operation. Männchen scheinen weniger geeignet zu diesen Versuchen zu sein, da bei ihnen wegen der Lage der Harnröhre sowohl die Heilung der Wunde, als auch die Aufsammlung des Secrets schwieriger ist.

Bei No. I., einer Dogge, 12 Kilogr. schwer, stellte sich zwei Monate nach Heilung der Fistel eine Communication zwischen dem isolirten Darmstück und dem Darmcontinuum her, so dass er unbrauchbar wurde und getödtet werden musste. Die Section ergab, dass das isolirte Darmstück dem Ileum angehörte; die ringförmige Narbe im Darm sass 9'' oberhalb der Ileocoecalklappe, 4½' unterhalb des Pylorus. Das isolirte Darmstück war 8½ Ctm. lang, etwas gekrümmt, von einigen Adhäsionen umgeben; seine Schleimhaut, namentlich die Lieberkühn'schen Drüsen bei mikroskopischer Untersuchung völlig normal.

No. II., Pinscher, 5 Kilogr. schwer, lebte 9 Monate und kam durch einen Zufall um. Bei ihm verengte sich die Fistelöffnung öfter zu Stecknadelknopfgrösse und musste dann dilatirt werden. Das isolirte Darmstück gehörte ebenfalls dem Ileum an (die ringförmige Narbe sass 2'' oberhalb der Ileocoecalklappe); es war 12½ Ctm. lang und durch das Mesenterium, ohne dass abnorme Adhäsionen da waren, halbmondförmig fixirt, so dass man nur 7 Ctm. gerade eindringen konnte; es war zusammengezogen, enthielt Schleim und Epithelien; mikroskopisch erwies sich die Schleimhaut vollkommen normal, namentlich waren die Lieberkühn'schen Drüsen hier wohl erhalten, während in dem übrigen Darm (8 Stunden nach dem Tode) die Contenta schon deletär gewirkt hatten. — Aus diesem Verhalten so wie

aus dem Gleichbleiben der Eigenschaften des Darmsafts, der nur während der Heilungsperiode etwas Blut und Eiter, später nur bei starken mechanischen Insulten etwas Blut enthielt, wird man wohl mit Thiry schliessen dürfen, dass man es mit normalem Darmsaft zu thun gehabt habe.

Ehe ich nun zu den Versuchen über die Ausscheidung selbst übergehe, will ich kurz die chemischen und physiologischen Eigenschaften des aus den Darmfisteln erhaltenen Secrets beschreiben, die mit den von Thiry gefundenen in den meisten Punkten übereinstimmen.

Der Darmsaft ist hellgelb, schwach opalisirend, enthâlt für gewöhnlich nur ausserordentlich wenige rundliche Zellen; er ist dünnflüssig, von stark alkalischer Reaction; mit Säuren braust er auf (CO_2). Durch Kochen oder durch Alkoholzusatz trübt er sich nicht; erst bei Neutralisation mit Essigsäure tritt dann flockige Fällung von Eiweiss ein. Essigsäure, in der Kälte zugesetzt, macht einen Niederschlag, der auf weiteren Zusatz bis auf leichte Opalisirung verschwindet; in dieser Flüssigkeit macht dann Ferrocyankalium und Quecksilberchlorid (nicht constant) einen Niederschlag. Verdünnte HCl macht zuerst einen Niederschlag, der sich bei weiterem Zusatz löst; fügt man mehr hinzu, so entsteht von Neuem ein Niederschlag, der sich bei weiterem Zusatz wiederum löst; Kochen bringt in dieser Flüssigkeit dann keine Veränderung hervor.

Mit schwefelsaurem Kupferoxyd und Kali gekocht bildet der Darmsaft eine violette Lösung. Rhodankalium enthält er nicht. Lässt man ihn stehen, so riecht er erst nach mehreren Tagen, selten schon nach 24 Stunden faulig.

Die Asche enthält wenig K, viel Na, ferner Spuren von Ca und Mg; reichlich HCl, weniger SO_3 und PO_5. Fe war nicht oder nur in sehr geringen Spuren nachweisbar.

	Spec.Gew.	Feste Bestandth.	Asche.	Menge in 1 Stunde.
Hund I. 8. 5.	.	.	.	3,905 gramm.
.	.	.	.	3,13 „
11. 6.	.	.	0,9208 %	3,019 „
12. 6.	.	.	0,8396 %	3,7026 „
.	.	.	.	3,5958 „
.	.	.	.	4,6814 „
13. 6.	1,0092	1,3455 %	0,9099 %	4,601 „
.	1,0080			3,456 „
14. 6.	1,0096	.	0,9065 %	2,9064 „
18. 6.	.	1,446 %	0,8211 %	.
Hund II. 14. 8.	1,0105	.	.	.
15. 8.	1,0092	.	.	.
20. 8.	1,0088	.	.	.
25. 8.	.	.	.	1,75 cub. cent.
26. 8.	.	.	.	1,5 „

Das specifische Gewicht des Darmsafts schwankte bei Hund I. zwischen 1,0096 und 1,0080; bei Hund II. zwischen 1,0105 und 1,0088. Es wurde demnach dies so wie die Menge der festen Bestandtheile (s. Tab.), die leider nur bei Hund I. bestimmt wurden, etwas geringer gefunden, als von Thiry, wogegen für die Aschenmengen sich fast dieselben Zahlen ergeben.

Ueber den Einfluss der Mahlzeiten auf die Menge des in 1 Stunde abgesonderten Darmsafts stellte ich keine Versuche an. Der Hund wurde gewöhnlich im nüchternen Zustande zu den Versuchen benutzt und stellten sich dabei die Mengen in 1 Stunde, wie in der Tabelle angegeben, von 2,9 bis 4,6 grm. schwankend; nicht selten waren sie aus unbekannten Gründen sehr viel geringer und wurden dann nicht gewogen. Zieht man Länge und Umfang des Darmstückes, wie sie die Section ergab, in Rechnung, so findet man bei Hund I. für ein Darmstück von 10 ctm. Länge 4,15 grm. Absonderungsgrösse in 1 Stunde, und 0,18 grm. für 1 □ctm. Schleimhaut; für Hund II. ungefähr 2,3 und 0,13 grm. Auch ohne Messungen war übrigens deutlich ersichtlich, dass die Grösse des Reizes (ob Schwamm, ob dicker, ob dünner Katheter) von grossem Einfluss auf die Absonderungsmenge war und erklärt es sich vielleicht hieraus mit, dass meine Zahlen etwas grösser sind als die Thiry'schen.

Was nun die physiologischen Functionen des Darmsafts anlangt, so fand ich ihn übereinstimmend mit Thiry vollkommen unwirksam auf Butter, rohes und gekochtes Muskelfleisch, sowie geronnenes Hühnereiweiss, selbst bei mehrtägiger Digestion. In Betreff seiner Wirksamkeit auf Fibrin und Stärke kam ich zu nicht ganz constanten Resultaten.

Mehrmals löste sich ersteres, aber erst nach mehr als 12stündigem Stehen, vollkommen auf; andere Male quoll es nur oder änderte sich selbst nach längerer Zeit gar nicht.

Ebensowenig waren die Resultate der Einwirkung von Darmsaft auf gekochte Stärke gleichmässige. Nur in wenigen Fällen wurde jegliche Wirkung vermisst; in einigen Fällen sah man nach 2—3stündigem Stehen bei 40° bei der Kupferprobe Oxydul ausfallen, in den meisten Fällen war dies erst nach mehr als 12 Stunden der Fall, — Resultate, wie sie schon Frerichs erhalten hatte. Nicht selten reagirte die Flüssigkeit dann aber bei noch längerem Stehen deutlich sauer, während der Darmsaft allein beim Stehen nie sauer wurde; die Flüssigkeit war dann öfter nicht mehr reducirend, so dass eine weitere Umwandlung in Milchsäure wahrscheinlich war, doch konnte bei der geringen Menge dies nicht näher geprüft werden. Traubenzucker und Rohrzucker, dem Darmsaft zugesetzt, bewirkten übrigens mehrmals ebenfalls bei 1—3tägigem Stehen bei 40° saure Reaction.

Es stimmen demnach nach meinen Versuchen die verdauenden Eigenschaften des aus dem isolirten Darmstück gewonnenen Darmsafts vollkommen mit denen überein, die schon Frerichs an dem nach seiner Methode gewonnenen beobachtete: zur Verdauung selbst, zur Lösung und Umwandlung der Nahrungsmittel trägt der Darmsaft nur wenig bei. Seine Hauptbestimmung möchte wohl die sein, das saure Secret des Magens, sowie die während der Verdauung gebildeten freien Säuren zu neutralisiren.

Ich gehe zu den Versuchen über die Ausscheidung über.

I. Jod.

1. Fistelhund No. I. bekommt 0,7 grm. Jodkalium innerlich und wird nach Einführung des Katheters in die Fistel in der oben beschriebenen Weise aufgehängt. Der Darmsaft wird halbstündlich auf Jod untersucht. Nachdem durch Kochen und Essigsäurezusatz das Eiweiss entfernt ist, wird dem Filtrat dünne Stärkelösung und NO_5 zugesetzt. Der bis zum Ende der zweiten Stunde nach dem Einnehmen abgesonderte Darmsaft enthielt noch kein Jod; erst in dem nach $2^1/_2$ Stunde abgesonderten trat eine Bläuung ein. Nach 24 Stunden war im Darmsaft Jod nicht mehr nachweisbar. Aehnliche Resultate ergab mehrfache Wiederholung des Versuchs.

2. Dem Hund No. II. werden 0,5 grm. Jodnatrium unter die Rückenhaut gespritzt. Nach $1^1/_4$ Stunde lässt sich im Darmsaft Jod nachweisen. Nach 24 Stunden ist es nicht mehr darin, und ebensowenig im Urin aufzufinden.

3. Einem kleinen Kaninchen wird Oesophagus und Dünndarm nahe dem Coecum unterbunden, dann 0,3 grm. Jodkalium unter die Haut gespritzt. Nach $1^1/_2$ Stunde wird das Thier getödtet. Jod findet sich sehr reichlich im ganzen Dünndarminhalt, ausserdem in Speichel, Urin, Blutserum und Humor aqueus; keines im Magen- und Dickdarminhalt.

4. Einer jungen Katze wird 0,2 grm. Jodkalium unter die Haut gespritzt, nachdem ihr der Dünndarm in der Mitte unterbunden ist. Nach 2 Stunden findet sich Jod ausser im Speichel, Urin und Blutserum auch im Inhalt des Dünndarms, sowohl ober- als unterhalb der Ligatur.

5. Einem Hunde (4 Kilogr.) wird eine Dünndarmschlinge durch 2 Ligaturen vom übrigen Darm isolirt und mittelst Pravaz'scher Spritze in dieselbe etwa 0,01 grm. ol. Crotonis, in einigen Tropfen ol. Ricini gelöst, dann unter die Haut 0,5 grm. Jodnatrium injicirt. Nach 5 Stunden wird der Hund getödtet. Die in der erwähnten Darmschlinge enthaltene Flüssigkeit zeigt deutlich Jodgehalt.

Bei einem anderen ähnlichen Versuche fand sich Jod

im Secret, als der Hund schon nach $2^1/_2$ Stunden getödtet wurde.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass Jod nach subcutaner Injection sich schon nach $1^1/_4$—$1^1/_2$ Stunden (Vers. 2, 3), ja vielleicht noch früher, bei innerlicher Darreichung nach $2^1/_2$ Stunden im Darmsaft nachweisen lässt. Ob Jodnatrium oder Jodkalium gereicht wurde, war völlig einerlei; das Jod ist ja nicht an die Atome Metall gebunden, mit denen es zufällig eingeführt wurde; es sind die entgegengesetzten Resultate von Goldbaum (s. o.) bei Choleratranssudat, wohl auf zufällige Umstände zurückzuführen.

II. Brom.

1. Dem Fistelhund I. werden 3 grm. Bromnatrium mit Brot und Wasser gegeben. Um das Brom im Darmsaft aufzufinden, wurde derselbe enteiweisst, das Filtrat mit Chlorwasser versetzt und mit Aether geschüttelt; bei Gegenwart von Brom färbt letzterer sich gelb; reiner Darmsaft in derselben Weise behandelt, lässt den Aether vollkommen farblos. Der Darmsaft der ersten 2 Stunden enthielt kein Brom; bei Untersuchung des von der 3. bis 5. Stunde abgesonderten Darmsafts jedoch trat deutliche Gelbfärbung des Aethers ein; nach der Verdunstung desselben blieben kleine gelbe deutlich nach Brom riechende Tröpfchen auf dem Boden der Schaale zurück.

2. Fistelhund II. bekommt 3 grm. Bromnatrium innerlich. Der Darmsaft der ersten 3 Stunden enthielt kein Brom; dagegen färbt sich bei Untersuchung des von der 4.—6. Stunde abgesonderten Darmsafts der Aether deutlich gelb.

Es geht also Brom nach 2—6 Stunden in den Darmsaft über. Bemerkt muss werden, dass einige andere Male der Versuch ein negatives Resultat gab, was theils auf die nicht sehr grosse Empfindlichkeit der Reaction, theils darauf zu schieben ist, dass der Aether beim Schütteln mit dem Darmsaft sich nur dann gut absetzt, wenn der letztere vollkommen enteiweisst ist; bei der geringen Menge des Materials gelingt dies nicht immer mit der wünschenswerthen Schärfe.

III. Rhodan.

Zum Nachweis des Rhodan im Darmsaft wurde derselbe durch Kochen und leichtes Ansäuern mit Essigsäure enteiweisst, das Filtrat wurde (um die Entstehung von röthlicher Färbung durch essigsaures Eisenoxyd zu vermeiden) mit etwas HCl versetzt. Auf Zusatz von Fe_2Cl_3 entsteht nun, wenn Rhodan zugegen ist, Rothfärbung der Flüssigkeit. Bei Zusatz von sehr viel HCl wird die deutlich rothe Färbung, wie Controlversuche mit verdünnter Rhodankaliumlösung lehrten, zu einer blassgelben; es ist daher ein Ueberschuss von HCl zu vermeiden.

1. Hund I. bekommt 2 grm. Rhodankalium mit Wasser. Nach $1\frac{1}{2}$ Stunde lässt sich Rhodan im Darmsaft nur unsicher, nach 2 Stunden deutlich nachweisen; auch der nach 27 Stunden abgesonderte Darmsaft giebt noch Rhodanreaction.

2. Hund II. bekommt innerlich 2 grm. Rhodankalium.

Nach $1\frac{1}{2}$ Stunde lässt sich im Darmsaft Rhodan sicher nachweisen. Auch in diesem Versuch enthält der Darmsaft noch bis zum folgenden Tage Rhodan; nach 3 Tagen nicht mehr.

Es geht also Rhodan bei innerlicher Darreichung von 2 grm. nach $1\frac{1}{2}$—2 Stunden in den Darmsaft über und wird noch bis zum folgenden Tage mit demselben ausgeschieden.

IV. Ferrocyan.

Zum Nachweis etwa vorhandenen Ferrocyans wurde der Darmsaft wie früher enteiweisst und das angesäuerte Filtrat sowohl mit Fe_2Cl_3 und mit $Cu\bar{O}\bar{A}$, als auch mit FeO,SO_3 geprüft.

1. Hund I. bekommt 1 grm. Ferrocyankalium innerlich. Die Untersuchung des Darmsafts ergiebt 1, 3 und 9 Stunden nach der Darreichung des Mittels keine Spur einer Reaction.

2. Hund II. bekommt *3* grm. Ferrocyan mit Fleisch. Nach 2, 3 und 4 Stunden ist im Darmsaft keine Spur von Ferrocyan nachzuweisen. — Ein gleiches negatives Resultat ergeben mehrfach wiederholte Versuche, so dass man bei der grossen Empfindlichkeit der Reaction (dieselbe ist grösser als

die mit Rhodan) bestimmt sagen kann, Ferrocyan gehe nicht über. So befremdend dies auch auf den ersten Anblick aussieht, da man positive Resultate mit Jod, Brom, Rhodan erhielt, so hat dies verschiedene Verhalten des Ferrocyans doch ein Analogon in seinem Verhalten zum Speichel und pancreatischen Saft. Während nach Cl. Bernard[1]) Jod in diese beiden Secrete, namentlich in das erste ausserordentlich schnell übergeht, lässt Ferrocyan sich niemals darin nachweisen; umgekehrt geht Ferrocyan sehr viel schneller in den Urin über als Jod, was Bernard mit als Grund seines Fehlens im Speichel ansieht.

V. Lithium.

Zum Nachweis des Lithium wurde der Darmsaft eingedampft und ein Stückchen des festen Rückstandes auf der Spitze eines Platindrahts in die Flamme des Spectralapparates gebracht.

1. Hund No. I. bekommt 0,1 grm. LiO,CO_2 in einigen Tropfen Säure gelöst mit Brot. Der Darmsaft wurde halbstündlich untersucht. Nach 1 Stunde trat die Lithiumlinie im Spectrum schwach, nach $1\,{}^1/_2$ Stunde deutlich auf. Im Darmsaft vom folgenden Tage war sie nicht mehr vorhanden.

2. Hund No. II. bekommt 0,25 grm. LiO,CO_2. Auch diesmal tritt die Lithiumlinie eine Stunde nach der Darreichung im Secret auf, ist auch nach 2 und 3 Stunden noch deutlich, nach 22 Stunden verschwunden.

Es geht also Lithium ausserordentlich schnell (schon 1 Stunde nach Darreichung einer sehr kleinen Dosis) in den Darmsaft über, scheint aber schnell aus dem Blut zu verschwinden, da es am nächsten Tage schon darin fehlt.

VI. Eisen.

Eisen ist eine der wenigen Substanzen, deren Ausscheidung durch den Darmkanal bisher näher untersucht worden war. Bidder und Schmidt (l. c.) fanden die Faeces hungernder

1) Arch. gén. 1853.

Thiere sehr reich an Fe_2O_3; der Fe-Gehalt verhielt sich zu dem des gleichzeitig ausgeschiedenen Harns wie 6—10:1. Bidder und Schmidt schlossen daraus, dass normaler Weise das Fe vorzugsweise durch die Darmschleimhaut aus dem Organismus ausgeschieden werde. Mayer (l. c.) beobachtete nach Injection von Eisensalzen ins Blut bei Katzen eine Grünfärbung verschiedener Schleimhäute, namentlich der Schleimhaut des Tractus intestinalis vom Oesophagus an, und an dieser wieder vorzugsweise der Schleimhaut des Darms durch Schwefelammonium; einigemal färbte sich auch der Darminhalt durch Schwefelammonium grünlich. Mayer sah dies als Beweis der Ausscheidung des eingespritzten Eisens durch die Schleimhäute an.

Bei Wiederholung der Mayerschen Versuche an Hunden, Katzen und Kaninchen beobachtete auch ich constant eine schwarzgrüne Färbung der Darmschleimhaut und verschiedener anderer Organe durch Schwefelammonium, doch sah ich bei gleicher Behandlung der Organe von Thieren, die zu andern Versuchen benutzt worden waren, ebenfalls eine ähnliche Färbung in verschiedener Intensität auftreten, so dass es zweifelhaft schien, ob nicht der Blutgehalt und vielleicht andere unbekannte Momente dabei mitwirkten. Ich versuchte daher, das Fe im reinen Darmsaft aufzufinden. Zu dem Zwecke wurden dem Fistelhund II. 6 Cc. concentrirter Lösung von milchsaurem Eisenoxydul in die v. jugularis gespritzt. Weder der in den ersten 8 Stunden, noch der am folgenden Tage aus der Fistel gewonnene Darmsaft zeigte eine Spur von Grünfärbung durch Schwefelammonium. In der Asche konnte mit Rhodan kein Fe aufgefunden werden.

Bei einem zweiten Versuche wurden 12 c. c. eingespritzt, ebenfalls mit negativem Resultat. Endlich wurde bei Hund I. zu einer Zeit, wo schon die Communication mit dem Darm eingetreten war (s. o.), 1 grm. schwefelsaures Eisenoxydul in Wasser gelöst in die v. jugularis gespritzt; der von der 5.—7. Stunde aus der Fistel gewonnene nicht einmal ganz reine Darmsaft färbte sich mit NH_4S durchaus nicht.

Früher schon hatte derselbe Hund 14 Tage lang täglich

2 grm. Ferrum lacticum innerlich bekommen, ohne dass in der Asche des Saftes aus dem (damals noch vollkommen isolirten) Darmstück mehr als die vor der Fütterung aufgefundenen Spuren von Fe aufgefunden werden konnten. Es scheint demnach die Ausscheidung des Eisens durch den Darmsaft eine ausserordentlich geringe, auf diese Weise nicht nachweisbare zu sein. Dass sie überhaupt stattfinde, zeigen die Versuche von Bidder und Schmidt, welche in dem Eisengehalt der Faeces das in längeren Zeiträumen vom ganzen Darm ausgeschiedene Eisen zum Untersuchungsobject hatten; freilich unter Nichtberücksichtigung der Ausscheidung durch die Galle.

VII. Arsenik.

Zur Auffindung des Arsens im Darmsaft wurde derselbe mit etwas kohlensaurem und salpetersaurem Kali versetzt, im Platintiegel eingedampft, dann noch etwas Salpeter zugesetzt und geglüht. Die farblose Masse wurde in Wasser gelöst, NO_5 und NO_3 durch Erhitzen mit SO_3 verjagt und die so erhaltene Flüssigkeit in den Marsh'schen Apparat gethan.

Fistelhund No. II. erhielt 30 Tage hindurch täglich 5 Tropfen solutio Fowleri (entsprechend etwa 0,005 grm. arseniger Säure); vom 30. bis 42. Tage täglich 7 Tropfen (0,007 grm. As_2O_3). Als der nach 23 Tagen erhaltene Darmsaft in der angegebenen Weise untersucht wurde, zeigte sich selbst nach halbstündigem Durchleiten des Gases keine Spur eines Arsenspiegels. Dasselbe Resultat gab der Darmsaft vom 24., so wie der vereinigte Darmsaft vom 41. und 42. Tage (die ersten beiden Male je 6, das letzte Mal 12 c. c.). Dass Arsen wirklich in den Körper übergegangen war, lehrte die Untersuchung des Urins vom 38. Tage, in dem sich As in reichlicher Menge nachweisen liess. Es wird nach diesen Versuchen der Schluss gerechtfertigt sein, dass Arsen in den Darmsaft nicht übergeht.

VIII. Borsäure.

Fistelhund II. bekommt in 2 Versuchen jedesmal 4 grm. Natron biboracicum innerlich. Der Darmsaft wird im Platin-

tiegel eingedampft und verascht, die Asche in Wasser mit Säure gelöst und die Lösung, nachdem sie alkalisch gemacht ist, um Verflüchtigung der Borsäure zu vermeiden, eingedampft; nachdem etwas concentrirte Schwefelsäure zugesetzt ist, wird die Masse mit Alkohol übergossen und dieser angezündet. Bei keinem der Versuche, zu denen Darmsaft 4, 8 und 27 Stunden nach dem Einnehmen des Salzes verwendet wurde, trat eine Grünfärbung der Flamme ein. Borsäure war also nicht in den Darmsaft übergegangen.

IX. Terpentinöl.

1. Fistelhund II. bekommt 0,6 grm. oleum Terebinthinae in einer Capsule. Der nach 3½ Stunden abgesonderte Darmsaft bot keinen abnormen Geruch dar; bei Zusatz von Schwefelsäure und Erwärmen roch er jedoch deutlich wie ebenso behandelter Harn nach Terpentingenuss. Der Hund bekam von Neuem 0,6 grm. ol. Terebinth.; der Darmsaft 3½ Stunden später verhielt sich genau ebenso. Der um diese Zeit entleerte Harn bot dasselbe Verhalten in noch auffallenderem Grade dar, zeigte übrigens schon vor jeglichem Zusatz den bekannten von dem vorher erwähnten Geruch deutlich verschiedenen Veilchengeruch. Die hierbei in Betracht kommenden bisher noch unbekannten Abkömmlinge des Terpentinöls sind kürzlich von Naunyn und Schultzen aufgefunden worden. Als 3 Tage später der Darmsaft desselben Hundes ebenso behandelt wurde, fehlte der Geruch vollkommen.

2. Fistelhund II. bekommt 1,2 grm. ol. Terebinth. in einer Capsule. Der nach 5 Stunden aufgefangene Darmsaft bietet beim blossen Erwärmen den charakteristischen Geruch nicht dar; erst auf Zusatz von SO_3 tritt derselbe hervor. Da der Darmsaft leicht blutig tingirt war, wurden dem Hunde zur Controle einige Tropfen Blut entzogen, dies mit Wasser bis zu derselben Farbenintensität gebracht wie der Darmsaft und ebenso geprüft; ein Geruch zeigte sich nicht; es war also nicht das beigemengte Blut, das den riechenden Körper enthielt.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, dass der bisher unbekannte riechende Körper, der nach Terpentinge-

nuss in den Harn übergeht, auch durch den Darmsaft ausgeschieden wird. Möglich, dass dies zur anthelminthischen Wirkung des Terpentinöls beiträgt und dass andere Bandwurmmittel auf ähnlichem Wege wirksam werden.

Fassen wir die Resultate vorstehender Versuche kurz zusammen, so ergiebt sich, dass in den normalen reinen Darmsaft Jod-, Brom- und Rhodanverbindungen, ferner Lithium und ein Derivat des Terpentinöls übergehen. Ferrocyanverbindungen, Eisen, Arsen und Borsäure konnten nicht darin aufgefunden werden.

Dass die Zahl der untersuchten Substanzen bisher eine geringe ist, liegt theils an der Schwierigkeit der Versuche, die bei manchen Substanzen nicht zu bestimmten Resultaten gelangen liessen, theils an augenblicklichem Mangel geeigneter Versuchsobjecte.

Den Herren Geheimen Medicinalräthen Frerichs und Reichert, durch deren Wohlwollen mir die Gelegenheit gegeben wurde, vorstehende Untersuchung im chemischen Laboratorium der neuen Anatomie auszuführen, sage ich dafür meinen besten Dank.

Berlin, 20. Februar 1868.

Ueber die Bauchblasengenitalspalte, einen bestimmten Grad der sogenannten Inversion der Harnblase.

Von

Max Bartels.

(Hierzu Taf. V.)

I. Beschreibung der der vorliegenden Arbeit zu Grunde gelegten Missgeburt.

Am 29. October 1866 wurde mir von Herrn Geheimrath Reichert ein neugeborenes, missgestaltetes Kind zu näherer Untersuchung übergeben, das dem ersten Anscheine nach zu den Missgeburten mit Prolapsus oder Inversion der Harnblase zu gehören schien. Die Länge desselben von der kleinen Fontanelle bis zur Fussspitze betrug 1' 6''; die Spitze des processus ensiformis steht vom Nabel 2'' ab. Das Gesicht war mit kurzen Wollhaaren bedeckt, der Kopf zeigte einen dichten Haarwuchs von 1/4'' Länge. Die helix auriculae ist an beiden Ohren nicht ausgebildet; die Zunge ist angewachsen.

Es zeigt sich auf den ersten Blick, dass in der Entwicklung der Regiones mesogastrica und hypogastrica irgend eine Störung eingetreten sein musste, denn beide Regionen waren zum grössten Theil nicht mit normaler Haut bedeckt, sondern sie wurden von einer theils gelblich-weissen, theils rothen, unregelmässigen Schicht, welche den Eindruck einer Schleimhaut

machte, eingenommen. (F. 1 abnnc.) An dem unteren Theil des Hypogastrium, in der Mitte des rothen Feldes, hing ein darmähnlicher, mehrfach geknickter Schlauch von dunkelrother Farbe, den man für einen ödematösen Penis halten konnte, (Fig. 1. c. hh[1].), besonders da unter ihm ein ebenfalls dunkelrother Körper von der Form eines Hodensackes hing, welcher sogar in der Medianlinie eine deutliche Raphe besass. (Fig. 1. kk.).

Das Epigastrium war sehr gross, etwa ebenso gross als das Meso- und Hypogastrium zusammengenommen. Das Feld, welchem die normale Haut fehlte, beginnt am Nabel und hat die Gestalt eines Fünfecks (natürlich sind diese Figuren nicht als genau mathematische, sondern mit anatomischer Licenz zu betrachten), dessen obere Spitze am Nabel liegt (Fig. 1a. und 2a.), liegt, während die lateralen Seiten (Fig. 1ab. und cd.) den Inguinalfurchen parallel laufen. Die Basis geht dicht unter dem hodensackartigen Körper entlang, die unteren Ecken der Inguinalfurchen verbindend. Dieses Fünfeck zerfällt durch zwei später näher zu beschreibende Linien, die den beiden oberen Fünfecksseiten etwa parallel laufen, in zwei Theile, in einen oberen liegenden Rhombus (Fig. 1 abcd.) und ein kleines Fünfeck mit oberer einspringender Ecke. Die beiden oberen Seiten des Rhombus entstehen durch zwei Wülste, mit denen die normale Haut sich gegen die oben erwähnte anomale Schicht abgrenzt. Der Rhombus wird von dem gelblich-weissen Theil dieser letzteren eingenommen. Dieser stellt eine ganz glatte Haut dar, welche, abgesehen von der Farbe, mit der an den Lippen schleimhautartig werdenden Epidermis Aehnlichkeit hat. Im oberen Winkel des Rhombus mündet der Funiculus umbilicalis (Fig. 1. ac.) in die Bauchhöhle. Von ihm aus zieht in einem leichten, nach unten convexen Bogen zur rechten Ecke eine deutlich hervorspringende Leiste von derselben verdünnten Haut bedeckt. (Fig. 1. s.). An den seitlichen Ecken des Rhombus fühlt man jederseits das mediale Ende des horizontalen Schambeinastes. (Fig, 1. vv.). Es haben sich die Bauchplatten des Wirbelsystems am Schwanzende des Embryo nicht geschlossen, es ist somit keine Symphyse der Schambeine

zu Stande gekommen. Die medialen Enden der horizontalen Schambeinäste sind 2″ 1,5‴ von einander entfernt.

Das übrigbleibende, oben erwähnte Fünfeck (Fig. 1. c. d. b. n. n.) hat eine rothe Farbe mit unregelmässigen dunklen Flecken und ist entschieden von einer Schleimhaut überzogen. Die Abgrenzung von dem Rhombus wird jederseits durch eine schmale, schwach geschlängelte Leiste (Fig. 1. q. q.) (zugleich die unteren Seiten des Rhombus) bewirkt. Diese Leisten ziehen durch das Schleimhautgebiet wie schmale Ausläufer der äusseren Haut. Auf der rechten Seite ist dieser Ausläufer über noch einmal so breit als links. Rechts ist die Leiste von der normalen äusseren Haut durch ein etwa 1‴ breites Stück des weisslich-gelben Hautfeldes getrennt, links setzt sich die Leiste unmittelbar in die normale äussere Haut fort. Die ganze Mitte des rothen Feldes wird durch die oben erwähnten Gebilde eingenommen, welche die Form männlicher Genitalien haben. (Fig. 1. i. h. k. m.) Sie theilen das rothe Feld in zwei symmetrische Hälften. Dicht neben der Mitte der lateralen Seiten dieses Feldes erheben sich auf jeder Seite drei kleine Papillen, von denen die am meisten nach unten und aussen liegende am grössten ist und eine kleine Oeffnung (Fig. 1. g. g.) verdeckt, in welche man bequem eine gewöhnliche Sonde bis über ihren Knopf führen kann. Ich hielt die vorliegende Missbildung anfangs für eine einfache Inversion der Harnblase; die bilateralen Hälften des rothen Feldes schienen mir die beiden Hälften der hinteren Blasenwand zu sein; die durch die Papillen verdeckten Oeffnungen wären sonach die orificia vesicalia der Ureteren. Nach aussen von den beiden lateralen Seiten, also ausserhalb der beschriebenen Felder, erhebt sich jederseits ein eiförmiger Hautwulst von Haselnussgrösse. (Fig. 1. o. o. und Fig. 2. o. o.) Dieselben können nur entweder als die beiden Skrotalhälften oder als Labia pudendi majora gedeutet werden. Für letzteres spricht eine kleine, zarte Hautfalte auf der Medianseite eines jeden dieser Wülste, welche der Form, Farbe und Lage nach die kleine Schamlippe sein muss. (Fig. 1. n. n. und Fig. 2. n. n.) Rechterseits erhebt sich neben der Nymphe eine Papille, die wie eine Papilla circumvallata der Zunge in einer besonderen

Vertiefung der Haut steckt. (Fig. 1. p. und Fig. 2. p.) Auf der linken Seite ist eine solche Papille aufzufinden.

An der Basis des hodensackartigen Körpers befindet sich eine Oeffnung, in die man bequem den kleinen Finger einführen konnte. Sie wird in ihrem unteren Theile durch eine kleine, schwach halbmondförmige Hautfalte geschlossen. (Fig. 2. z.) Diese Oeffnung unter dem Pseudoscrotum hielt ich für den Introitus vaginae, die halbmondförmige Hautfalte für ein Hymen semicirculare und das scheinbare Scrotum selbst für einen Prolapsus vaginae; nur der scheinbare ödematöse Penis war noch nicht untergebracht.

Ein After fand sich nicht, wohl aber an der Stelle, wo man ihn etwa vermuthen konnte, eine kleine, rothbraun gefärbte Vertiefung der äusseren Haut (Fig. 2. x.), welche die Andeutung eines atresirten Anus darstellt. Das erschien Alles ganz klar und verständlich, leider aber war, wie die innere Untersuchung ergab, die Deutung zum grössten Theil eine unrichtige.

Am 3. November wurde das Kind vom Herrn Dr. Dönitz und mir mit Richardsonscher Injectionsmasse von der Aorta abdominalis aus nach oben und unten injicirt. Die Injection gelang sehr gut und zeigte sofort, dass der bogenförmige Wulst, der rechts das Feld der verdünnten äusseren Haut durchzog, die Art. umbilicalis dextra ist. (Fig. 2. s.) Auf dem rothen Feld trat ein bald mehr bald weniger dichtes, sehr feines Gefässnetz auf (Fig. 2. f. f.), welches an einigen Stellen Ausläufer bis auf die beiden Hautwülste sandte, die das rothe Feld von dem gelblichen trennen (untere Seite des Rhombus). Diese Gefässausläufer liessen sich aber nur bis zur Mitte der Wülste verfolgen. In dem unteren Theile des gelblichen Feldes zeigten sich spärlich kleine Gefässe, die am Rande der Hautwülste beginnend sehr bald verstreichen. (F. 2. a. b. c. d.)

Die Untersuchung der Bauchhöhle ergab folgendes: das grosse Netz hatte eigenthümliche Adhäsionen mit dem Peritonäum und den Dünndärmen, so dass es erst nach Durchschneidung dieser Verwachsungen aufgehoben werden konnte. Zog man an den Dünndärmen, so verschwand der Penis und der Prolapsus vaginae durch den introitus vaginae. Der introitus

vaginae war also nur ein grosser widernatürlicher After (Anus praeternaturalis), aus dem ein Theil der Gedärme hervorgefallen war. Der Magen war normal, nur stand die Cardia noch bedeutend höher als der Pylorus. An diesen schloss sich ein ebenfalls normales Duodenum und Jejunum an. Das Ileum war normal bis auf sein Schlussstück. Die letzten 1,5″ waren aus dem After hervorgefallen und hatten den Pseudopenis gebildet. (Fig. 1. i. h. h¹.) Ihre innere Fläche lag nach aussen frei zu Tage. An der Spitze dieses Prolapsus befand sich noch eine Invagination von ¹/₄″ Ausdehnung, welche das scheinbare Praeputium gebildet hatte. (Fig. 1. i.) Die prolabirten Dünndarmschlingen waren sehr collabirt und besonders an der invaginirten Stelle von dunkel blaurother Farbe. Das Ileum mündet fast schon in dem widernatürlichen After in den Blinddarm, von rechts oben nach links unten verlaufend, jedoch noch auf der rechten Körperhälfte. (Fig. 3. e. d. f. g. und Fig. 5. m. m.) Dieser Blinddarm (Fig. 3. h. und Fig. 5. n.) befindet sich gleich medianwärts von ihm und ist durch einen Processus vermiformis (Fig. 3. i. und Fig. 5. o.) von 1″ Länge gekennzeichnet. Das Coecum hat aber nicht seine Lage in der rechten Inguinalgegend, sondern nur wenig rechts von der Medianlinie und kehrt nach geschehener Reposition seinen Fundus nach oben. Es setzt sich direct, ohne erst in ein Colon überzugehen, in den widernatürlichen After fort. Es war ebenfalls prolabirt gewesen und hatte den hodensackartigen Körper gebildet. (Fig. 1. k. k.) Der Processus vermiformis entspringt ganz normal vom Fundus des Blinddarms und steigt an dessen linker Seite herab. Von einem Dickdarm findet sich keine Spur, ebenso wenig von einer Flexura sigmoidea.

Genau in der Medianlinie des Körpers liegt im kleinen Becken noch ein Darmstück (Fig. 3. m. m. und Fig. 5. p.), das ebenfalls direct in den widernatürlichen After mündet. Es steigt vom Anus, der Wirbelsäule aufliegend, etwa 1,5″ in die Höhe und endet blind. Es ist etwa von der Dicke eines kleinen Fingers und verjüngt sich nach oben ein wenig. Zahlreiche Gefässe treten vom Mesenterium zu diesem Darmstück, das weder mit dem eigentlichen Blinddarm, noch auch mit dem Dünn-

darm in irgend welcher Verbindung steht. Es war durch ein kurzes Gekröse der Wirbelsäule eng aufgeheftet.

Der widernatürliche After (Fig. 2. m.) bildet eine Art von Vorhof, in dem drei Oeffnungen sich finden; die am meisten nach oben und links liegende Oeffnung (Fig. 2. γ.) ist die Coecalmündung des Ileum, die mittelste und zugleich weiteste Oeffnung (Fig. 2. y.) führt in das Coecum, während die unterste Oeffnung (Fig. 2. β.), welche sich ganz auf dem Boden des Anus findet, dem accessorischen Darmstück angehört.

Die Milz und das Pankreas zeigen nichts Absonderliches. Die Leber ist sehr gross, ihr linker Lappen hat fast die Grösse des rechten und füllt das linke Hypochondrium noch ganz aus. Die concave Seite zeigt eine grosse Menge überzähliger kleiner Lappen. Die Furche für die Gallenblase ist so tief, dass die Lebersubstanz darin völlig geschwunden ist und nun die Ueberzüge der concaven und convexen Leberfläche direct aufeinander liegen. Die Gallenblase wird also von einer Duplicatur der Capsula Glissonii bedeckt.

In der linken Lumbalgegend fand sich eine ziemlich grosse Nebenniere, aber keine Spur einer Niere, während auf der rechten Seite eine grosse Niere (Fig. 4.) mit aufsitzender Nebenniere (Fig. 4. h.) liegt. Die rechte Nebenniere ist etwas grösser, als die linke. Aus dem Hilus der Niere entspringt ein mehrfach gewundener Ureter (Fig. 4. a. a. g. i.), dessen Lumen ganz unregelmässig seinen Durchmesser ändert. Es schwankt zwischen der Weite einer feinen Borste und eines Notizbleistifts. Er beginnt ganz fein im Hilus der Niere und behält diesen geringen Durchmesser etwa 1—½" weit; dann sackt er sich ziemlich stark aus und wird nach etwa 1" weitem Verlauf plötzlich wieder ganz fein. Darauf scheint er sich in die rechte Vagina (Fig. 4. f.) einzusenken. Das ist jedoch, wie genauere Präparation zeigte, nur scheinbar: er ist mit der Vagina durch eine Bindegewebshülle eingeschlossen und verläuft auf diese Weise, nur mühsam von ihr zu trennen, ein Stück mit ihr zusammen. Die Vagina steigt an der erwähnten Stelle über ihn hinweg und verläuft dann an seiner medialen Seite. Der Ureter hat jetzt die vordere Bauchwand oder, besser gesagt, die innere Fläche des

rechten rothen Feldes (Fig. 4. l.) erreicht. Hier sackt er sich zum zweiten Male aus, wieder etwa zur Dicke eines Notizbleistifts (Fig. 4. i.) Diese etwa $^1/_2$'' lange Aussackung liegt der Hinterwand der rothen Zone ganz dicht auf. Hier endet er blind gegenüber der Vertiefung (Fig. 1. g. und Fig. 2. g.) in dem Schleimhautfeld, von ihrem Grunde nur durch eine dünne Hautlamelle getrennt. Man kann somit wohl mit vollem Rechte diese Vertiefung für das orificium vesicale des Ureter ansehen. Hierdurch wird zugleich das Schleimhautfeld als hintere Harnblasenwand charakterisirt. (Fig. 1. f. f. und Fig. 2. f. f.)

Auf jeder Seite liegt eine Tuba (Fig. 5, 1. 5.) mit daranhängendem Ovarium. (Fig. 5, 2. 6. 7.) Die Tuben haben einen geschlängelten Verlauf und münden jede in einen runden, erbsengrossen Uterus (Fig. 5, 3. 8.), aus dem eine Vagina (Fig. 5, 4. 9.) von der Dicke einer gewöhnlichen Sonde herausführt. Es ist hier also ein Uterus duplex und eine Vagina duplex vorhanden. Die Ligg. uteri rotunda (Fig. 5. g. g. Fig. 4 e.) lassen sich bis zum ihrem Durchtritt durch die Bauchmusculatur und von da bis in die beiden oben erwähnten Hautwülste (Fig. 1. o. o. und Fig. 2. o. o.) verfolgen, welche für die grossen Schamlippen angesprochen wurden. Diese Erklärung erweist sich somit als vollkommen richtig. An den Alae vespertilionis erkennt man auf beiden Seiten die Nebeneierstöcke besonders bei durchfallendem Lichte deutlich. Auch die Ovarien sind, wie schon bemerkt, vorhanden, jedes etwa $^1/_4$'' lang. Der laterale Kopf des linken Eierstocks setzt sich unmittelbar in eine über erbsengrosse Cyste (Fig. 5, 7.) fort. Auf der Wandung dieser Cyste verzweigt sich die Art. spermatica interna mit zahlreichen und verhältnissmässig starken Aesten, nachdem sie die Tuba, das Lig. uteri latum und das Ovarium versorgt hat.

Wie erwähnt, senkte sich scheinbar der Ureter in die rechte Vagina. An der entsprechenden Stelle der linken Vagina geht von dieser ein Faden (Fig. 5. k.) ab, von der Dicke einer gewöhnlichen Sonde. Nach einem Verlauf von 1'' endet er blind. Seine Lage ist derartig, dass er verlängert den Hilus der linken Niere treffen würde, wenn diese vorhanden wäre. Wahrscheinlich also ist er ein Rudiment des linken Ureter. Der Faden

hat ein Lumen, in das man bequem eine feine Borste einführen kann. Die Borste dringt einerseits bis zu dem blinden Ende vor, andererseits aber lässt sie sich nur bis zu dem Punkte führen, wo dieser rudimentäre Ureter sich mit der Vagina vereinigt.

Wenn man nach Reposition der vorgefallenen Eingeweide (Fig. 2.) noch einmal das rothe Feld betrachtet, so sieht man, dass dasselbe aus fünf kleineren Feldchen zusammengesetzt ist. In der Mitte findet sich der grosse, widernatürliche After (Fig. 2. m.), es gehört also das mittlere Feld der Darmschleimhaut an. Gegen die lateralen Felder grenzt es sich durch zwei zarte Schleimhautleistchen ab, oben reicht es bis zum gelblich-weissen verdünnten Hautfeld und unten stösst es an die normale äussere Haut. Zu jeder Seite dieses Feldchens liegen die intensiver rothgefärbten Felder der Blasenschleimhaut (Fig. 2. f. f.) Sie sind als Blasengrund durch die Mündungen der Ureteren (Fig. 2. g. g.) charakterisirt. Lateral- und abwärts reichen sie bis zu der grösseren Papille, welche die Mündung des Ureter verdeckt. Auf der Blasenschleimhaut sind rechts nur wenig, links ziemlich viel Gefässe sichtbar. Lateralwärts von jedem dieser Blasenschleimhautfeldchen liegt noch ein kleines Feldchen veränderter äusserer Haut (Fig. 2. μ.), ähnlich der Haut der Lippe. Sie beginnen beiderseits an den Papillen der Ureterenmündung und reichen lateral- und aufwärts bis auf das mediale Ende des horizontalen Schambeinastes (Fig. 2. v. v.) und abwärts bis zu der grossen Schamlippe.

Was das Gefässsystem anbetrifft, so ergiebt sich Folgendes: die Art. mesaraica sup. ist vorhanden, die Art. mesaraica inf. hingegen fehlt. Ebenso fehlt entsprechend dem Mangel der linken Niere die Art. renalis sinistra. Die Art. suprarenalis ist jederseits vorhanden; die linke giebt die Art. spermatica interna ab. Rechts finden sich zwei Venae renales, die sich gleich nach ihrem Austritt aus dem Hilus der Niere zu einem Stamme vereinigen. Die Art. renalis dextra entspringt aus der Aorta dicht über ihrer Theilungsstelle in die beiden Artt. iliacae communes. Die Art. sacralis media ist etwas stärker als die Art. renalis und theilt sich in der Gegend des Os coccygis in zwei

Aeste. Die Artt. epigastricae internae sind vorhanden und verlaufen normal auf der Hinterseite der Mm. recti abdominis.

Die Organe der Brusthöhle zeigen keinerlei Anomalien. Die Lungen enthielten keine Luft. Die Thymusdrüse ist nicht sehr gross, scheibenförmig und schickt einen langen, schwanzartigen Fortsatz von ihrem linken, unteren Rande nach der rechten Seite hinüber. Das Herz ist normal, sein Foramen ovale ist durch eine feine, durchsichtige Membran geschlossen.

II. Kritische Betrachtung der einzelnen Missbildungen nach den Primitivorganen geordnet.

Aus der anatomischen Beschreibung der Missgeburt ergiebt sich eine Reihe von Missbildungen, welche wir nun der Reihe nach einzeln betrachten wollen. Der besseren Uebersicht wegen sind die Abnormitäten nach den Primitivorganen, an welchen sie sich finden, geordnet und werden daselbst für sich ohne Rücksicht auf die Anomalien der anderen Organe besprochen werden.

1. *Das Hautsystem.*

Es findet sich ein Defect der äusseren Haut in der Medianlinie des Körpers, offenbar dadurch entstanden, dass die Bauchplatten des Hautsystems, während sie sich einander entgegenwuchsen, durch irgend ein Hinderniss in ihrem Wachsthum gehemmt worden sind, so dass das Bauchrohr des Kindes nicht zum normalen Schluss gekommen ist. Ein Schluss ist allerdings bewirkt worden, aber durch Heterotopie anderer Organe, nämlich in der Regio hypogastrica durch Abtheilungen des Tubus alimentarius und des uropoetischen Systems, in der Regio mesogastrica durch ein hautartiges Stück, welches sich durch Farbe und Glätte von normaler Haut unterscheidet und gegen das die normale Haut sich wallartig abgrenzt. Diese wallartigen Theile der Haut sind also die freien, medialen Ränder der an ihrer Vereinigung gehinderten Bauchplatten des Hautsystems.

Bei einem von A. Fränckel (dissert. inaug. de organorum generationis deformitate rarissima) beschriebenen Präparate des hiesigen

hiesigen anatomischen Museums (No. 6021), das in vielen Beziehungen Aehnlichkeit mit dem vorliegenden hat, finden sich ebenfalls solche Hautwälle (Fig. 1. 3. „limbus, quo cutis desinit"). Auch Heyfelder beobachtete in drei Fällen von sogenanntem Mangel der Harnblase, welche weiter unten noch näher in Betracht gezogen werden, dass die äussere Haut um eine rothe, die Bauchwandung vervollständigende Geschwulst sich mit einem Walle abgrenzte.

Die vorliegende Missbildung ist nach der Försterschen Nomenclatur eine Bauchspalte, Gastroschisis, und gehört zu den einfachen Bildungshemmungen; sie zeigt ein Stehenbleiben der Entwicklung auf einer Stufe des Foetallebens an, welche vor der achten Woche liegt. In der achten Woche nämlich ist der Schluss des Bauchrohres vollständig beendet, selbst am Nabel, wo die Vereinigung am spätesten erfolgt.

Diese Spaltbildung findet sich nicht sehr selten in grösserer oder geringerer Ausdehnung, bald über das ganze Bauchrohr sich erstreckend als Brustbauchspalte, bald nur in den unteren Regionen desselben als vollständige oder unvollständige Bauchspalte, und ist in allen Graden mehrfach beschrieben worden. Stets ist damit eine Bildungshemmung der Ventralfortsätze des Wirbelsystems, oft auch des unteren Extremitätengürtels und Abnormitäten in der Ausbildung der Ausführungsgänge der Harn- und Geschlechtswerkzeuge sowie des Darmendes verbunden.

Sehr ausführliche Beschreibungen über die Spaltbildungen finden sich bei J. Fr. Meckel (Handbuch der pathol. Anatomie I. 93—117) und A. Förster (die Missbildungen des Menschen p. 110).

Es fragt sich nun, was denn eigentlich das hautartige Stück (Fig. 1. a. b. c. d. und Fig. 2. a. b. c. d.), das den Schluss in der Regio mesogastrica bewirkt, für eine Bedeutung hat. A. Retzius (Fall einer in vielfacher Hinsicht etc. z. vergl. Litteratur) beschreibt eine Missgeburt, welche in hohem Grade der meinigen gleicht. Er führt an, dass in der Regio mesogastrica das Peritonäum frei läge. Auch Förster (a. a. O.) erwähnt, dass die Bauchspalte oft durch das Peritonäum geschlossen würde. Ich glaube, dass diese sogenannten Peritonäen mit dem hautähnlichen Schlussstück in meinem Falle identisch sind, ich möchte sie aber nicht für ein Peritonäum halten. Allerdings läuft das Peritonäum über die Innenseite

dieses Schlusstückes fort, es bedeckt aber ebenso die Innenseite der Bauchwandungen, ohne dass man sagen wird, dass die Bauchwandungen die Aussenfläche des Peritonäum wären. Auch kann ich mir nicht denken, wie das Peritonäum, also eine seröse Haut, selbstständig als Schlussstück der Bauchröhre auftreten soll; gerade die Abhängigkeit ihrer Bildung von andern Organen ist ja der Charakter der serösen Häute. „Seröse Höhlen", trägt Reichert in seiner Splanchnologie vor, „sind mit seröser Flüssigkeit erfüllte Lücken zwischen Organen, behufs freier Beweglichkeit derselben gegen einander. Die gegen die Hohlräume gewendeten Flächen der Organe bilden sich zu serösen Häuten um und stellen in ihrer continuirlichen Ausbreitung die sogenannten serösen Säcke dar. Seröse Häute sind daher Bestandtheile anderer Organe und niemals selbstständig." Ein Theil des Peritonäum ist das Schlussstück also wohl nicht. Viel wahrscheinlicher ist die Ansicht Reicherts (Privatmittheilung), dass diese hautartige Platte die embryonale, noch nicht entwickelte äussere Haut darstellt, welche vor der Vereinigung der Bauchplatten des Wirbelsystems unter der Abschnürung ihrer Depedenz, des Amnion, die Bauchhöhle schliesst, und von Rathke als Membrana reuniens inferior bezeichnet worden ist. In normalen Fällen scheint allerdings die Membrana reuniens inferior zu verkümmern, während die Bauchplatten des Wirbelsystems mit dem sie deckenden Abschnitte des Hautsystems sich vereinigen. Seine nahe Beziehung zum Hautsysteme hat dieser Rest der Membrana reuniens inferior dadurch bekundet, dass er an seinen unteren Rändern, welche an die Felder der Blasen und Darmschleimhaut grenzen, jederseits eine schmale Leiste normaler Haut entwickelt hat. (Fig. 1. q. q. und Fig. 2. q. q.)

Eben solche Leisten normaler Haut finden sich bei einer der meinigen sehr ähnlichen Missgeburt, welche E. Rose (Beiträge zur Kenntniss der angeborenen chirurgischen Krankheiten. II.) beschreibt. Sie verlaufen an dem Rande „einer hohen, glatten, mit Amnion bedeckten Nabelfläche." Er hält also das Schlussstück im Mesogastrium auch für einen Theil des Amnion, in welches bekanntlich die Membrana reuniens inferior sich unmittelbar fortsetzt. F. W. Rücker (diss. inaug. de nonnullis exemplis diastaseos nec non inversionis

vesicae urinariae. Halle 1832.) beschreibt eine männliche und eine weibliche Missgeburt mit Inversion der Harnblase. Bei beiden sah er über der vorliegenden Harnblase in der Regio mesogastrica als Insertion des Nabelstranges eine „plaga tenuissima, triangularis, pollicem lata, dimidium alta“, welche sich seitlich in die normale Haut fortsetzte. Bei dem weiblichen Fötus war das Feld der Harnblase von dem höher gelegenen dreieckigen Schlussstück durch Streifen normaler Haut getrennt („interstitio cutaneo discreta“). Es ist also zweifellos, dass die Schlussstücke in der Regio mesogastrica dieser beiden Missgeburten dieselbe Bedeutung haben, wie die hautähnlichen Flächen in dem Roseschen und meinem Falle. Somit wären es nach den obigen Erörterungen Reste der Membrana reuniens inferior.

Uebrigens werden wir sehen, dass dieser Rest der Membrana reuniens inferior zwischen dem Nabel und der invertirten Blase bei der als Ectrophia vesicae urinariae beschriebenen Missbildung die Regel ist und sich bald in grösserer, bald in geringerer Ausdehnung vorfindet.

In sehr ausgezeichneter Weise sieht man sie in dem Präparat No. 10860 des hiesigen anatomischen Museums („Vorfall der Harnblase bei einem weiblichen Kinde“). Das Kind hat auf dem Bauch einen fast faustgrossen, kugligen Sack, der mit der Bauchhöhle in offener Communication steht. Ein ganz kleiner Theil dieses Sackes am unteren Ende wird durch die invertirte Harnblase gebildet, alles Uebrige ist Membrana reuniens inferior. Meckel (a. a. O. 733) kannte nur einen einzigen (von Nebel beschriebenen) Fall, wo die Bauchwandung zwischen dem Nabel und der invertirten Blase durch normale Haut gebildet wurde. Vielleicht hatte auch hier ein Theil der Membrana reuniens inferior den Schluss bewirkt und sich nachträglich in seiner ganzen Ausdehnung in normale Haut umgewandelt; möglich ist es aber auch, dass die Abschliessung in der gewöhnlichen Weise zu Stande gekommen war.

Auch als Membrana reuniens inferior zu deuten ist in dem Baillieschen Falle (Meckel a. a. O. 722) die Sehnensubstanz und das Bauchfell, welche einen beträchtlichen Raum zwischen den geraden Bauchmuskeln ausfüllten. Mehrere Beobachter beschreiben grosse Spaltbildungen des Haut- und Wirbelsystems, wobei dennoch die Eingeweide vom Bauchfell eingeschlossen waren, z. B. Eschenbach (observ. anat. Rost. 1753. p. 8), Preuss (eph. n. c. cent. 7 et 8 app. p. 118), A. Fränckel (a. a. O.), Merklin (eph. n. c. dec. I. a. 8. p. 74), Saxtorph (Ges. Schrift. Copenhagen 1803. Samml. I.). Gewiss ist also auch in diesen Fällen das sogenannte Bauchfell nur die persistirende Membrana reuniens inferior.

2. *Das Wirbelsystem.*

An dem Wirbelsystem finden wir eine doppelte Bildungshemmung, die erste an den Bauchplatten desselben, die zweite an dem unteren Extremitätengürtel. Die Bauchplatten des Wirbelsystems sind ebenso wie die des Hautsystems in ihrem Wachsthum durch irgend ein Hinderniss gehemmt worden, und haben sich in Folge dessen mit ihren medialen Rändern nicht erreichen können. Deshalb bilden die Mm. recti abdominis keine Linea alba, wenigstens nur in der Regio epigastrica, sondern verlaufen zu beiden Seite der vorliegenden Blase zu den Schambeinen hin. Dieses ist bei der Spaltbildung an dem Ventralrohr des Körpers ein sehr gewöhnliches und sehr natürliches Verhalten der Visceralplatten des Haut- und Wirbelsystems, denn erst durch die Bildungshemmung derselben kann die mit dem Namen „Spaltbildung" bezeichnete Missbildung zu Stande kommen. Es versteht sich also auch von selbst, dass die Bauchplatten in desto grösserer Ausdehnung getrennt verlaufen, je ausgedehnter die Spaltbildung ist und umgekehrt.

Rücker (a. a. O.), bei dessen beiden Missgeburten die Spaltbildung, wie bei der meinigen, erst am Nabel begann, fand daher auch dasselbe Verhalten, wie ich in meinem Falle: „Ex musculis abdominalibus in dimidio superiore sueto more decurrunt, ab umbilico ad ortum usque sensim, sed partium inversarum marginem lateralem tegentes, ad ossa pubium tendunt, ad duos pollices inter se distantes." Eben solchen Muskelspalt beschreibt auch Stoll (Heilungsmethode Bd. 3. Th. 2. p. 205). Baillie (Meckel a. a. O. 722) sah die Mm. recti abdominis zu beiden Seiten der invertirten Blase vier Zoll von einander abstehen.

Einige Beobachter, welche ähnliche Fälle untersuchten, wie Mery (m. de l'ac. d. sc. 1716. p. 184), Petit (ebenda p. 114—121), Eschenbach (a. a. O.), Preuss (a. a. O.), Saxtorph (a. a. O.), Merklin (a. a. O.) und Littré (a. a. O.) sprachen von einem Defect der Muskulatur. Das ist nicht richtig, denn schon Meckel (a. a. O. 137) macht darauf aufmerksam, was jene unterlassen hatten, dass dieser Defect weniger durch das Fehlen bestimmter Muskeln und der ihnen entsprechenden Hautstücke, als vielmehr durch die Unterbrechung des

Wachsthums derselben, vor dem sie die Abschliessung des bilateralsymmetrischen Bauchrohres vollendet hatten, also durch einfache Bildungshemmung entstanden sein können: „Doch glaube ich, dass nicht in allen Fällen wirklicher Haut- und Muskelmangel anzunehmen sei. Diese Organe brauchen nur einander von beiden Seiten nicht gehörig entgegen zu wachsen.“ In den meisten Fällen ist diese eben beschriebene Bildungshemmung mit einem Ausbleiben der Vereinigung der entsprechenden Bauchplatten des Hautsystems verbunden. Es ist aber auch ein Fall beschrieben, wo bei ganz normal gebildeter Haut dennoch die Bauchplatten des Wirbelsystems sich nicht vereinigt hatten, sondern im Epigastrium und Mesogastrium zwei Querfinger breit von einander abstanden (Lund, Schwed. Abh. Bd. 24. p. 248).

Auch die zweite Missbildung am Wirbelsystem, das Ausbleiben der Symphyse der Schambeine, müssen wir für eine einfache Bildungshemmung ansehen. Die paarigen Extremitäten nämlich bilden sich am Anfang und Ende des Rumpfes, an der Seite der Urplatten des Wirbelsystems, wo dieselben in die Bauchplatten ausgehen, als anfangs schwache, plattgedrückte Erhebungen. Diese Anlagen wachsen von hier aus dorsalwärts und besonders ventralwärts und zwar gesondert von den eigentlichen Bauchplatten des Wirbel- und Hautsystems und bilden den oberen und unteren Extremitätengürtel, an welchen die freien Extremitäten hervortreten. Stellt sich, während die ventralwärts einander entgegen wachsenden Theile sich zum Gürtel schliessen, ein Hinderniss ein, so wird die Bildung einer Symphyse derselben ausbleiben und dafür eine Diastase der Schambeine vorliegen. Dabei können die Bauchplatten des Haut- und Wirbelsystems sich in normaler Weise vereinigt haben. Diese können aber auch gleichzeitig mit mangelhaftem Schluss des Extremitätengürtels gespalten sein, wie in unserem Falle. Auf diese Weise muss man auch den Mangel der Symphyse bei dem vorliegenden Falle erklären.

Nach Förster (a. a. O. 113) ist bei der Bauchblasenspalte (gastrocystaeschisis) die Schamfuge niemals vollständig geschlossen: „Die unvollkommen ausgebildeten Schambeine stehen einen bis mehrere

Zoll von einander ab und sind nur durch fibröse Bandmasse mit einander verwachsen“ (Taf. XXII. 13. 14). Bei dem weiblichen Foetus von Rücker (a. a. O. 19) war die normale Annäherung der Schambeine fast erfolgt, ihre Diastase betrug nur 7''' und sie waren „striis transversis valde tenuibus“ verbunden. In dem Bericht über den Retziusschen Fall (Oppenheim, Zeitschr. f. ges. Med. Bd. 32. p. 532. 1846) findet sich die Bemerkung: „Das os pubis fehlte.“ Dieses bezieht sich wahrscheinlich auch nur auf das Fehlen der Symphyse. In zwei Fällen von Bauchspalte, in denen die normal gebildete Harnblase sich aus der Spalte hervordrängt, ist ebenfalls eine weite Diastase der Schambeine mit fibröser Verbindung beobachtet worden; den einen Fall beschreibt Stoll (a. a. O. 203) und den andern W. Vrolik (Handboek d. ziektekundige ontleedkunde etc. Bd. I. 431. Amsterdam 1840), der für dieses Verhalten der Harnblase den Namen ectopia vesicae urinariae eingeführt hat.

Hier muss bemerkt werden, dass sich solche von Rücker beschriebenen fibrösen Bandmassen zwischen den medialen Enden der horizontalen Schambeinäste in allen darauf hin untersuchten Fällen vorfanden; es ist also eigentlich nicht genau anatomisch richtig, von einem Ausbleiben der Vereinigung der Schambeine zu sprechen. Diese fibrösen Massen bilden die Vereinigung. Dieselbe ist aber nicht in normaler, sondern in so mangelhafter Weise erfolgt, dass die Wirkung dieselbe ist, als wenn die Vereinigung ganz fehlte. Deshalb ist es zulässig, die Schambeine als gespalten zu betrachten.

Das Fehlen der Symphyse sucht E. Rose (a. a. O. IV.) als die Folge einer abnormen Belastung der Unterleibshöhle darzustellen. Diese abnorme Belastung kommt in seinem Falle durch ein freies peritonitisches Exsudat, sonst durch eine erweiterte Allantois (seine Erklärung der Blasenspalte) zu Stande. Nach Reicherts Ansicht kann die Schliessung entweder durch Adhäsionen zwischen den Hüllen des Embryo und der Membrana reuniens inferior gehindert werden, oder die Ursache kann in einer mangelhaften Bildung des Extremitätengürtels und der Bauchplatten selbst gesucht werden. Ob die Missbildung auf die eine oder die andere Weise begonnen habe, muss in jedem speciellen Falle entschieden werden. Auf das constante Ausbleiben der Schambeinvereinigung bei nicht geschlossener Harnblase macht übrigens auch schon Meckel (a. a. O. 721) in seiner Abhandlung über die Cloakbildung aufmerksam und führt eine Reihe von Fällen an, in deren einem (von Baillie beschriebenen) der Spalt eine Breite von 4'' hatte.

3. *Das Gefässsystem.*

Die an den Circulationsorganen vorliegenden Abnormitäten erklären sich zum Theil aus den Missbildungen derjenigen Organe, denen die betroffenen Gefässe angehören: es fehlt entsprechend dem Mangel der linken Niere die Art. renalis sinistra. Ebenso fehlt in einem von C. E. Levy (Neue Zeitschr. f. Geburtskunde von Busch, v. Ritgen und v. Siebold. Bd. 18. p. 444) beschriebenen Falle zugleich mit der linken Niere die linke Nierenarterie. Die Art. spermatica interna sinistra, welche sonst häufig, statt aus der Aorta, aus der Art. renalis sinistra entspringt, wird in unserem Falle von der Art. suprarenalis sinistra abgegeben.

Die Art. renalis dextra ist wider Erwarten gar nicht sehr weit, sie entspringt sehr tief, dicht über der Theilungsstelle der Aorta, ohne dass die Niere tiefer steht als normal.

Hollstein (Lehrbuch d. Anat. d. M. 727) sagt: „Auch bei Einfachheit des Stammes rückt mitunter die Art. renalis mit ihrem Ursprung weiter hinab, am häufigsten bei tiefer Lage der Niere selbst.“ In dem bereits mehrfach erwähnten Fränckelschen Falle entspringen zwei Artt. renales dextrae aus der Stelle der Aorta, welche sonst die Art. sacralis media abgiebt.

Die Art. mesaraica inferior fehlt vollkommen, was bei dem gänzlichen Mangel des Colon nicht überraschend ist. Uebrigens ist von Fleischmann (Hyrtl, Anat. d. M.) ein Fehlen der Art. mesaraica inferior bei vollständig normalen Eingeweiden beobachtet worden; das Rectum wurde dabei von der Art. mesaraica superior versorgt. In unserem Falle ernährt die Art. sacralis media das accessorische Darmstück, welches, wie wir später sehen werden, als ein unabhängig vom Dickdarm aufgetretener Mastdarm betrachtet werden muss. Die Art. sacralis media ist stärker als die Art. renalis dextra. In der Gegend des Os coccygis theilt sie sich in zwei Aeste. Auch bei sonst normalem Körper ist sie nach Hollstein (a. a. O. 727) bisweilen doppelt. Im vorliegenden Falle vertritt sie die Art. mesaraica inferior, indem sie, wie gesagt, das accessorische Darmstück ernährt. Die Artt. epigastricae sind weiter als normal

von der Medianlinie entfernt. Dies ist nur abhängig von der ausgebliebenen Vereinigung der Bauchplatten des Wirbelsystems, denn sie verlaufen relativ normal, jede auf der Unterseite ihres M. rectus abdominis. Die übrigen Gefässe liessen keine Anomalien nachweisen.

4. *Der Nahrungscanal und seine Anhänge.*

In der Mundhöhle findet sich als einzige Anomalie ein Ancyloglosson, d. h. die Zunge erhebt sich mit ihrer Spitze nicht frei, sondern diese erscheint durch ein breites, dickes Frenulum linguae an den Boden der Mundhöhle angewachsen. Verfolgen wir den Nahrungscanal weiter abwärts, so finden wir die nächste Abnormität erst am Ende des Ileum. Dieses mündet nämlich mit dem Blinddarm zusammen derartig in einen widernatürlichen After, welcher zwischen den beiden Feldchen der Blasenschleimhaut den Schluss der Regio hypogastrica in der Medianlinie bewirkt, dass seine Coecalmündung wie eine selbstständige Aftermündung erscheint (Fig. 2. γ). In allen ähnlichen Fällen, wo sich kein Blinddarm gebildet hat, inserirt sich das untere Dünndarmende direct in den widernatürlichen After. Diese anomale Insertion halte ich, wie man später sehen wird, für ganz besonders wichtig für die Entstehung der vorliegenden Missbildungen. Aus seiner Coecalmündung und zugleich aus dem After, in welchem ja die erstere sich befindet, war der Dünndarm 1,5″ prolabirt und zeigte an der Spitze des Prolapsus eine Invagination (Fig. 1. h′. h. i.). Bei allen weiter unten zu erwähnenden Parallelfällen für den vorliegenden Missbildungscomplex findet sich auch stets ein geringerer oder grösserer Prolapsus des Dünndarms mit oder ohne Invagination an der Spitze.

Unter der Mündung des Ileum befindet sich eine zweite Oeffnung (Fig. 2. y.), die Aftermündung des Blinddarms, aus welcher dieser hervorgefallen war. (Fig. 1. k. k.) Nach der Reposition kehrt er seinen Fundus mit dem Anfang des Wurmfortsatzes (Fig. 3. i. und Fig. 5. o.) nach oben und mündet in den widernatürlichen After, anstatt in den Dickdarm sich fortzusetzen. Der Dickdarm mit seiner Flexura sigmoidea fehlt

vollständig, es ist auch keine Spur von ihnen vorhanden. W. Doenitz führt in seiner „Beschreibung und Erläuterung von Doppelmissgeburten“ bei Besprechung des fünften Falles (III. 85) Folgendes an: „Nur wenige Darmschlingen sind gut entwickelt. Diese Schlingen wechseln mit schwachen, theilweise kaum wahrnehmbaren Fäden ab, welche das Mesenterium an diesen Stellen begrenzen und zu Grunde gegangene oder in der Entwickelung zurückgebliebene Darmschlingen vorstellen.“ Ich habe mehrmals, nicht nur allein, sondern auch in Gemeinschaft mit Andern die Intestina meines Falles auf das Genaueste untersucht, aber auch nicht einmal solche fadenförmigen Rudimente des Colon aufgefunden. Dasselbe fehlt also wirklich gänzlich.

Damit ist aber der Darmcanal noch nicht zu Ende; es fand sich noch, wie wir sahen, ein accessorisches Darmstück (Fig. 3. m. Fig. 5. p.) welches wir näher besprechen müssen. Sein Verlauf ist folgender: am untersten Lendenwirbel beginnend, steigt es durch ein kurzes Gekröse straff an das Os sacrum angeheftet vor diesem hinab ins kleine Becken bis zu der Stelle, wo in der Haut das Orificium ani seine normale Lage hat. Hier ist jedoch keine Oeffnung vorhanden, wohl aber findet sich aussen in der Haut an dieser Stelle eine blauroth pigmentirte, narbige Vertiefung (Fig. 2. x), offenbar die Andeutung des atresirten Afters. Der accessorische Darm biegt nun, nachdem er möglichst weit nach unten gegangen ist, ohne die Medianlinie zu verlassen, gerade nach vorn um und mündet in den untersten Theil des widernatürlichen Afters. (Fig. 2. β.) Er ist übrigens von der Dicke eines kleinen Fingers, nach oben verjüngt er sich etwas und ist dort blind geschlossen.

Dieses Darmstück muss man, wie ich glaube, sowohl seiner Weite als auch seiner Lage nach für ein Rectum halten, das sich getrennt vom Colon entwickelt hat. Der einzige Umstand, welcher gegen diese Annahme sprechen könnte, ist der, dass dieses Darmstück nicht an der normalen Stelle, sondern an der vorderen Bauchwand im widernatürlichen After seine Mündung hat. Eine Erläuterung für diese Verrückung des Schlussstückes des Rectums findet sich bei Meckel (a. a. O. 505.): „Ist der

After an der normalen Stelle verschlossen, so schlägt sich der Darmcanal bisweilen gegen sich selbst um und öffnet sich an einer anderen. Diese Bildung ist vorzüglich deshalb merkwürdig, weil sich dadurch das Ende dieses Canals immer dem Anfange desselben auf eine mehr oder weniger deutliche Weise mehr als im normalen Zustande nähert, wo beide möglichst weit von einander entfernt stehen.“ Diese Wendung des Darmcanals beruht entschieden auf einer excessiven Bildung, man darf also weder die Atresia ani vaginalis, noch urethralis, noch auch die Atresia ani vesicalis (Foerster a. a. O 118. ff.) hier mit in Betracht ziehen, obgleich auch bei diesen drei Arten der Missbildung die Mündung des Rectum weiter nach vorn gerückt ist. Dieses jedoch sind alles nur einfache Bildungshemmungen. Bei der Atresia ani vaginalis mündet das Rectum in den untersten Theil der Vagina; das ist eine Persistenz der Verbindung zwischen dem Enddarm und dem Sinus urogenitalis. Dieser weiblichen Bildungshemmung entspricht als männliche die Atresia ani urethralis. Hier mündet das Rectum meist sehr verjüngt in die Urethra. Auch diese Missbildung beruht auf einem Stehenbleiben der Verbindung zwischen dem Enddarm und dem Sinus urogenitalis. Die Atresia ani vesicalis endlich besteht darin, dass das Rectum sich in den Blasengrund oder in den Anfang der Urethra vor der Einmündung der Samenleiter einsenkt. Hier persistirt die Verbindung zwischen dem Enddarm und der Allantois.

Aehnlich wie in meinem Falle findet sich das Ende des Rectum auf der vorderen Bauchwand bei der Retziusschen Missgeburt. „Dieser letzte Theil des Darmcanals (das intestinum crassum) war defect, ganz kurz, fing als ein blinder Sack im unteren Theile des Bauchs an, ohne mit dem Magen oder Dünndarm in Verbindung zu stehen, ging ins Becken hinab und öffnete sich mit zwei grossen Löchern am unteren Theile der Geschwulst, (des Anus praeternaturalis).“ Er nennt dieses Stück Flexura sigmoidea und Rectum. Auch ein Präparat der Würzburger pathologischen Sammlung (Cloakbildung mit Blasenspalte No. 1123. X.) scheint mir hierher zu gehören. „Der Dickdarm besteht aus einem 2″ langen Blinddarm, welcher unter dem Dünndarm nach aussen mündet.“ (Förster a. a. O. Atlas, Tafel XXII. 8. 9.) In dem von A. Fränckel beschriebenen Falle findet sich eben solches accessorisches Darmstück, welches er auch schon

für den Mastdarm erklärt: „Intra partis jam dictae (des aus dem widernatürlichen After prolabirten Dünndarms) basin foramen quoddam invenitur, intestini recti pars ultima . . . . Intestinum rectum, cujus antea memoravi, inter uteros collacatum invenitur, sed in parte interna et superiori nullum connubium cum intestinis crassis (welche gänzlich fehlen) habet, sed conclusum est; orificium cutaneum intestini recti in superficie anteriori tumoris observatur" Die beiden auffälligsten Beispiele aber von Verrückung der Mastdarmöffnung wurden von Dimnore und Bils (Meckel a. a. O. 505) beobachtet. Ersterer sah bei einem Kinde mit unvollkommener Entwickelung der unteren Körperhälfte den Darmcanal sich umbiegen und unter der rechten Schulter münden. Bils (specim. anat. Roterod. 1661. p. 10.) beschreibt einen Foetus, bei welchem der Tubus alimentarius in den Unterleib hinabstieg, sich dort umbog, die Brusthöhle durchzog und neben dem Schlunde verlaufend im Gesicht mit der Mundhöhle, von dieser durch ein Septum getrennt, eine kleine, gemeinschaftliche Oeffnung hatte.

Der Darmcanal in unserem Falle ist in zwei Abtheilungen zerfallen, welche mit einander in keinerlei Verbindung stehen. Das verbindende Mittelstück, das Colon, fehlt gänzlich. Eine Trennung des Dünndarms von dem Dickdarm scheint nicht sehr selten zu sein. Meist endet dann wohl der Dünndarm blind, oder auch wohl in einen widernatürlichen After.

Solche Fälle von Atresia interna beschreiben Klein (Acephalus mit getrenntem Dünndarm und Dickdarm, Meckel a. a. O. 180.), Desgranges (Dünndarm und Dickdarm kehren sich blinde Enden zu; Corvisart, journ. d. méd. an X. Thermidor. und Journ. d. ausl. Litterat. von Hufeland. 1802. p. 314), Büttner (Acephalus mit getrenntem Dünndarm und Dickdarm: Anat. Wahrnehm. p. 193), Osiander (Neue Denkw. I. 179), Curtius (Meckel a. a. O. 180). Röderer (comm. sc. Gott. t. IV. De foetu parasitico: Oesophagus endet fadenförmig am Zwerchfell, Magen fehlt, Dünndarm auf beiden Seiten blind, Dickdarm oben blind), Marrigues (mém. prés. t. IV. p. 123. Darm aus vier Abtheilungen), Horch (Meckel a. a. O. 499), Heyfelder (Mém. d. A. d. W. 1828. Dünndarm in einen grossen Sack endend und durch Zellgewebe mit dem blind anfangenden Dickdarm in Verbindung), Duparcque (Med. Zeit. d. Ausl. Berlin 79. 1833. Dünndarm nur durch einen Faden mit dem Dickdarm verbunden).

Das Fehlen des ganzen Dickdarms bei vorhandenem Mastdarm scheint eine sehr grosse Seltenheit zu sein, da weder Förster noch Meckel diese Missbildung erwähnen. Ich habe mit Bestimmtheit nur vier ähnliche Fälle auffinden können, nämlich den von Retzius,

bei dem das Colon fehlte, aber der Mastdarm mit der Flexura sigmoidea vorhanden war, und dann, ausser dem noch später zu beschreibenden Präparat No. 3077 des anatomischen Museums zu Berlin, die weiter unten angeführten Parallelfälle von Friedländer und A. Fränckel. Ich möchte aber wohl glauben, dass auch das schon oben erwähnte Präparat der pathol. Sammlung zu Würzburg (1123. X) hierher gehört, bei welchem der zwei Zoll lange Dickdarm oben blind endet und unten in den widernatürlichen After mündet. Dieser Dickdarm ist gewiss zum grössten Theile Mastdarm und der eigentliche Dickdarm fehlt wohl, wenn auch vielleicht nicht gänzlich, doch wahrscheinlich in sehr grosser Ausdehnung. Dasselbe gilt von einem Falle bei Vrolik (Tab. ad ill. embryogen. tab. 32. f. 2). Auch hier fehlt sicher der Dickdarm und das erwähnte Dickdarmstück ist ein abnorm gelagerter Mastdarm. Auch der Rosesche Fall (a. a. O. II) wird wohl hierher gezählt werden müssen. Dem Präparat von Dietrich (Zadig und Friese, Arch. d. pr. H. I. 485) und der No. 1097 der pathol. Sammlung zu Würzburg fehlt zwar auch der Dickdarm gänzlich, aber zugleich findet sich auch keine Spur eines Mastdarms. Auch Baudelocque (Sédillot recueil périodique t. I) hat das Fehlen des ganzen Dickdarms und Mastdarms in einem Falle beobachtet, der Blinddarm war jedoch vorhanden.

Für das Zustandekommen der Trennung zwischen dem Dünndarm und dem Dickdarm findet sich weder bei Meckel noch bei Förster eine Erklärung. Zu einer gewissen Zeit geht der Mitteldarm (späterer Dünndarm) schlingenförmig in den kürzeren Enddarm über. Aus dem Enddarm entsteht der ganze Dickdarm und der Mastdarm. Denkt man sich nun, dass an der Uebergangsstelle des Mitteldarms in den Enddarm durch irgend welchen Krankheitsprocess ein kurzer Theil der Darmwandung abstirbt und zu Grunde geht, so ist die Trennung bewirkt. Die freien Enden werden sich nachher blind abschliessen. Je stärker der Anfang des Enddarms durch diesen Krankheitsprocess afficirt ist, in desto grösserer Ausdehnung wird später das Colon fehlen, weil aus dem Anfang des Enddarms das Colon sich bildet. Die Einmündung des Dünndarms in den widernatürlichen After sucht Förster (a. a. O. 120) als einfache Bildungshemmung (Darmspalte) zu erklären. „Die früheste Entwicklungsstufe ist diejenige, in welcher der Mitteldarm an einer Stelle noch nicht geschlossen, sondern gespalten und offen ist und die ebenfalls noch offene Bauchwand mit der Nabelblase

communicirt. Verschliesst sich diese Stelle nicht, so bildet sich die Darmspalte Der Mitteldarm öffnet sich dann an einer Stelle, welche dem unteren Ende des Ileum entspricht, durch die Bauchdecken in der Nabelgegend nach aussen . . . Die Darmspalte ist in der grossen Mehrzahl der Fälle mit Blasenspalte und Cloakbildung combinirt.“ Dass diese Abnormität nicht aus dem Offenbleiben des Ductus omphalomesaraicus erklärt werden kann, liegt auf der Hand, denn der widernatürliche After liegt nicht am Nabel. Viel mehr Wahrscheinlichkeit besitzt folgende Ansicht. Der centrale Theil des Stratum intermedium, aus welchem schliesslich die sogenannten Darmplatten hervorgehen, ist zuerst mit den Bauchplatten des Wirbelsystems und den sie deckenden Abtheilungen des Hautsystems ganz eng verbunden; er löst sich aber, wie zuerst Reichert nachwies, später theilweise von diesen ab, so dass zwischen ihm und den Bauchplatten sich eine Lücke bildet. Diese Lücke ist die seröse Rumpfhöhle oder die Pericardio-Pleuro-Peritonäal-Höhle. Bei dem ferneren Wachsthum trennen sich die sogenannten Darmplatten gänzlich von den Bauchplatten des Haut- und Wirbelsystems, um durch einen Abschnürungsprocess das freie Darmrohr zu bilden. Setzt sich aber ihrer Ablösung irgendwo ein Hinderniss entgegen, besteht also an einer Stelle eine bleibende Adhärenz zwischen den Darmplatten und den Bauchplatten, so kann hier die Abschnürung zu einem freien Darmrohr nicht erfolgen, sondern es wird der Darm an dieser Stelle offen und mit der vorderen Bauchwand verbunden bleiben, also ein Anus praeternaturalis entstehen. Ist nun der widernatürliche After erst zu Stande gekommen, so erklärt sich das häufige Vorkommen eines Prolapsus des Dünndarms ganz leicht aus dem Fehlen eines Sphinkter an der Aftermündung und aus der Wirkung der Bauchpresse.

Zu erwähnen ist jetzt nur noch, dass das grosse Netz Adhäsionen mit dem unteren Theil der vorderen Bauchwand hatte, welche man erst durchschneiden musste, um zu dem Darmcanal gelangen zu können. Jedenfalls also war das Kind während seines Foetallebens von einer Peritonitis befallen worden. Die Leber, deren linker Lappen noch das linke Hypochondrium

ganz ausfüllt, ist auf der concaven Seite in eine grosse Anzahl kleiner unregelmässiger Läppchen getheilt. Die Gallenblase liegt in einer Furche der Leber, in welcher die Lebersubstanz völlig geschwunden ist, so dass sie nur von einer Duplicatur der Glissonschen Kapsel bedeckt wird. Meckel (a. a. O. 606) macht darauf aufmerksam, dass eine überzählige Lappenbildung der Leber bei Spaltbildungen der vorderen Körperhälfte gewöhnlich vorkommt und giebt zugleich (a. a. O. 601) eine ausführliche Uebersicht über die an der Leber vorkommenden Missbildungen mit Angabe der hierher gehörigen Literatur. Für die Lebensfähigkeit spielt diese Anomalie gewiss eine ganz untergeordnete Rolle, wenigstens hat sie Meckel einmal bei einem 89jährigen Greise beobachtet.

5. *Die Harnwerkzeuge.*

Von allen Organen finden sich nach Meckel (a. a. O. 609) am häufigsten Missbildungen an den Harnwerkzeugen und dem entsprechend bieten auch diese Organe in unserem Falle mehrere Anomalien neben einander dar. Die linke Niere fehlt vollständig.

Das Fehlen einer Niere, welches nicht mit Verschmelzung beider Nieren verwechselt werden darf, ist öfter auch bei sonst normalen Menschen als zufälliger Sectionsbefund beobachtet worden. So wurde z. B. im Diaconissenhaus Bethanien in Berlin im Jahr 1864 die Autopsie eines Mannes vorgenommen, welchem, wie man bei der Untersuchung der Bauchhöhle entdeckte, die eine (soviel ich mich erinnere, die linke) Niere fehlte. Die andere Niere war vergrössert, was nach Foerster (a. a. O. 125) das gewöhnliche Verhalten ist. In meinem Falle hat die rechte Niere nur ihre normale Grösse. Meckel (a. a. O. 611) erwähnt sechs Fälle, welche dem meinigen dadurch gleichen, dass ebenfalls die vorhandene Niere durchaus nicht vergrössert war. E. Rose (a. a. O. IV.) sah, wie ich, die linke Niere fehlen, die rechte war dagegen vergrössert. Foerster (a. a. O. Taf. 12. F. 28 und Virchows Archiv Bd. 13. 275) beschreibt auch einen Defect der linken Niere, die Kelche und die Becken der rechten waren etwas vergrössert. C. E. Levy (a. a. O. 444) sah sogar bei vollständigem Mangel der linken Niere die rechte verkleinert. B. v. Langenbeck erwähnte in seiner Klinik (10/12 1866), dass er einigemal Kinder mit Labium leporinum oder Atresia ani plötzlich an Hirnzufällen (wahrscheinlich Urämie) verloren habe, bei denen die Section eine Hufeisen-

niere oder das Fehlen einer Niere nachwies. Dass eine Niere bisweilen fehlt, war auch schon dem alten Thomas Bartholinus (epistol. medicinal. centuriae N. 1. 254 bekannt. „Renes a natura duos fuisse formatos nemini dubium est, nec desunt, qui hoc Corporis equilibrio ascribant. Unicum tamen quandoque posse inveniri non sit, qui neget, cum id ipse adinvenerim ac publice patefecerim." Ueber denselben Gegenstand finden sich auch Beobachtungen bei Morgagni (de sedib. et caus. morb. ep. 25, 4. ep. 31, 25. ep. 48, 16), S. P. Hilscher (de unic. in hom. fem. rep. rene etc. Jena 1733), Stoll (a. a. O. Bd. 7. 324), Littre (M. de l'ac. d. sc. 1707. p. 31), Schumlanski (de struct. ren. diss. p. 1), Panaroli (Iatrologismi. Romae 1643), Wrisberg (Hallers Grundr. d. Physiol. Th. 1. 210. Note 193), Mayer (Beschr. d. m. K. Bd. 5. 5) und Guigneux (J. de méd. t. 12. p. 349).

Die Nebennieren sind normal, was gar nicht überrascht, da dieselben zu den Nieren in keiner anderen Beziehung stehen, als dass sie zufällig in ihrer Nähe liegen. Deshalb nehmen sie ja auch niemals an Lageveränderungen der Nieren Theil, sondern finden sich an dem normalen Platze, wenn diese auch selbst bis ins kleine Becken hinab gestiegen sind. Viel mehr muss es überraschen, dass sich hier in meinem Falle die Wolff'schen Urnieren auf beiden Seiten gebildet hatten. Den Beweis dafür liefert hinlänglich das Vorhandensein beider Nebeneierstöcke.

Von den Harnleitern verläuft der rechte (Fig. 4. a. g. i. und Fig. 5. h. h[1].) nicht gerade, sondern in Windungen mit bald ganz geringem, bald wieder sehr stark erweitertem Lumen von seiner Niere zur Blase, oder, vielleicht besser gesagt, von der Blase zu seiner Niere. Dicht an der Blase bildet er noch einmal eine starke, sackartige Ausbuchtung (Fig. 4. i. und Fig. 5. h[1].), welche genau der hinteren Blasenwand (Fig. 4. l. und Fig. 5. r.) anliegt. Ihr gegenüber befindet sich auf der freien Fläche der Blase dasjenige Grübchen, das wir als Blasenmündung des Harnleiters (Fig. 1. g. und Fig. 2. g.) angesprochen haben. Die starken Ausbuchtungen deuten auf grosse Hindernisse im Abfluss des Harns hin und finden ihre Erklärung leicht darin, dass die Vertiefung auf der Blase, welche der Mündung des Harnleiters entspricht, von dem Lumen desselben durch ein feines Septum getrennt war. Das sind also einfache Verhält-

nisse, wie sie auch von Petit, Flajani, Paletta und Nebel (Meckel a. a. O. 719) beschrieben worden sind.[1])

Viel interessanter als der rechte ist der linke Harnleiter (Fig. 5. k.); er ist zur Ausbildung gekommen, obgleich seine Niere nicht vorhanden ist. Deshalb endet er auch nach oben blind. Dieses Vorhandensein des Ureter bei mangelnder Niere ist allein schon genügend, um den Beweis zu führen, dass der Harnleiter in einem näheren Verhältniss zur Blase als zur Niere steht. Nach Foerster (path. Anat. I.) entwickelt sich ja auch der Ureter als eine hohle Ausstülpung der hinteren Blasenwand und soll dann in die Nierenkelche und Harncanälchen auswachsen. Dieser Fall spricht jedenfalls dafür, dass die Entwickelung des Harnleiters an der Blase beginnt. Nirgends habe ich in der Literatur ein Analogon finden können; in allen beschriebenen Fällen, in denen eine oder beide Nieren fehlten, fand sich auch ein Mangel der entsprechenden Ureteren.

Der Umstand, dass die Mündungen beider Harnleiter viel weiter von der Wirbelsäule entfernt sind, als normal, erklärt sich durch die abnorme Lage der Harnblase und ist bei allen gleichen Missbildungen der Harnblase beobachtet und beschrieben worden.

Es findet sich nicht eine, sondern zwei durch den widernatürlichrn After getrennte Harnblasen (Fig. 1. f. f. und Fig. 2. f. f.), jede mit ihrem besonderen Ureter. Das ist nichts Auffallendes, denn wir wissen längst, dass jedes bilateral symmetrische Organ sich in ein pariges und jedes parige sich in ein bilateral symmetrisches durch grössere Trennung oder innigere Verschmelzung verwandeln kann.

Dass nun die Harnblase bilateral symmetrisch sei, wird nicht mehr bezweifelt, seitdem man weiss, dass die Allantois, aus welcher sich die Blase entwickelt, in ihrer ersten Anlage parig ist. Nach Reichert (J. Müllers Handb. d. Physiol. d. M. Bch. 8. 688) sieht man als erste Anlage der Allantois zwei solide Zellenhaufen am Schwanzende des Embryo, „am

1) Voisin beobachtete bei einem neugeborenen Knaben, dass die Harnleiter ebenso wie hier mit einer weiten Aussackung der invertirten Blase anlagen.

hintersten Ende der Wolff'schen Körper zwischen den in einander übergehenden Visceralplatten und der mehr nach unten gerückten Membrana intermedia." Diese beiden Erhöhungen verschmelzen dann zu einer, welche nun in eine Blase, die Allantois auswächst.

In meinem und den ähnlichen Fällen müssen diese beiden Zellenhaufen an ihrer Vereinigung gehindert sein, weil sonst eine einfache Harnblase vorhanden sein müsste. Jeder Zellenhaufen hat für sich eine Harnblase entwickelt. Zugleich ergiebt sich aber aus dem Ausbleiben dieser Vereinigung und aus dem gänzlichen Mangel eines Urachus, dass sich keine normale Allantois gebildet haben kann. Denn zwei Fälle sind nur als möglich anzunehmen, wenn die doppelte Anlage der Allantois sich nicht vereinigen kann, aber dennoch die Allantois entstehen soll: die Allantois muss entweder selbst aus dem bilateral symmetrischen Organ zu einem parigen werden, oder sie bleibt in ihrem Körper einfach, besitzt aber einen doppelten Stiel. In beiden Fällen könnte kein Mangel des Urachus eintreten, auch würden die aus diesen Allantoiden entstehenden Harnblasen wahrscheinlich eine wirkliche Blasenform besitzen. Was hier aus der doppelten Anlage der Allantois als Uebergangsstufe zu der doppelten Harnblase sich bildete, ist zwar aus Mangel an entsprechend jungen Missgeburten nicht nachweisbar, soviel aber muss man als gewiss annehmen, dass es keine normalen Allantoiden sein konnten.

Die Fälle von nicht invertirten, doppelten Harnblasen hat E. Rose (a. a. O. II. 13) zusammengestellt und die scheinbare Duplicität von der wirklichen gesichtet.

In unserem Falle haben sich die beiden Harnblasen nicht zu wirklichen Blasen ausgebildet, sondern sie sind einfache Flächen und haben ihre Lage verändert, indem sie aussen auf der Bauchwand sich befinden und den Schluss derselben in der Regio hypogastrica bewirken. Dieses Verhalten der Harnblase hat man mit dem Namen Inversio s. Ectrophia vesicae urinariae bezeichnet. Schon Meckel (a. a. O. 732) stellt die Vermuthung auf, dass sich diese Missbildung als eine einfache Bildungshemmung nachweisen lassen würde. Das ist, wie

wir sehen, ganz richtig; es ist eine Bildungshemmung der Allantois.

Die auf der Bauchwand frei vorliegende Schleimhaut der Blase hat zu manchen Verwechselungen Anlass gegeben, und mancher Autor, welcher ein Fehlen der Harnblase beschreibt, hat wohl eine Ectrophie derselben vor sich gehabt, ohne dieselbe zu erkennen.

So beschreibt z. B. Heyfelder (a. a. O.) drei Fälle von Ectrophia vesicae unter der Bezeichnung: „Mangel der Harnblase." Er spricht aber schon die Frage aus, ob die vorliegende rothe Geschwulst nicht etwa die hintere Wand der Harnblase ist. Auch Thomas Bartholinus (a. a. O. IV, 226) erzählt einen Fall, in welchem die Harnblase fehlte, die Ureteren aber auf der vorderen Bauchwand mündeten. „Puellam superiori hebdomade secuit Dr. van Horne, in nundinis nostris pro hermaphrodito publice ostentatam; nil paene in illa insuetum, praeterquam quod vesica careret, ureteres enim ad locum in media pube se exonerabant, qua parte glandulosa quaedam corpuscula exterius eminebant, urina in horas transsudante madida, quae membri genitalis imaginem tantillum mentiebantur." Uebrigens vermutheten schon Tenon, Buxtorff und Castara (Meckel a. a. O.), dass bei solchen Missgeburten die Harnblase nicht fehle, sondern mit der räthselhaften Geschwulst identisch sei, aber erst Devilleneufve und Bonn (Meckel a. a. O. 728) haben zuerst die vorliegende Fläche als Blasenschleimhaut erkannt und dadurch die Inversion der Harnblase nachgewiesen. Später erkannte man dann auch durch genaue anatomische Untersuchungen die Schleimhaut und die Muskelhaut der Blase. Fälle von Ectrophia vesicae finden sich in der Literatur sehr häufig. Ihre Zusammenstellung muss ich unterlassen, weil sie zu weit führen würde und uns, wie wir später sehen werden, nur ein ganz besonderer Grad dieser Missbildung interessirt. Alle genau hierher gehörigen Fälle finden wir in dem IV. Abschnitte dieser Arbeit angeführt.

6. *Die Geschlechtswerkzeuge.*

Wir beginnen unsere Betrachtung mit dem wichtigsten Theile der Genitalien, nämlich mit den keimbereitenden Drüsen. Die Ovarien (Fig. 4. d. und Fig. 5; 2. 6. 7.) sind auf beiden Seiten vorhanden, jedes etwa $^1/_4$'' lang; der laterale Kopf des linken Eierstocks setzt sich in eine erbsengrosse Cyste (Fig. 5; 7.) fort, deren Wandung von ziemlich starken Verzweigungen der Art. spermatica interna versorgt wird. Wir haben hier also ein Hydrovarium congenitum.

Foerster (path. Anat. II. 378) sagt darüber: „Hydrops der Graafschen Follikel entwickelt sich meist im reifen Alter, kommt aber auch vor der Pubertät und in einzelnen seltenen Fällen auch im reifen Kindesalter und selbst beim Foetus vor.“ Eine cystenförmige Auftreibung des rechten Ovariums bei einem todtgebornen Kinde, jedoch nicht mit serösem, sondern mit blutigem Inhalt bildet auch B. Schultze ab in den Verhandl. d. Ges. f. Geburtshülfe II. 11. 1859.

Die Muttertrompeten (Fig. 4. c. und Fig. 5; 1. 5.), die runden (Fig. 4. e. und Fig. 5. g. g.) und die breiten Mutterbänder, ebenso auch die Parovarien sind normal, letztere wurden schon als Reste der Wolffschen Urnieren bei der Betrachtung der Harnorgane angeführt. Jede Tuba senkt sich in einen besonderen etwa erbsengrossen Uterus (Fig. 4. b. und Fig. 5; 3. 8.), von welchem dann je eine Vagina nach der Gegend des widernatürlichen Afters, zum Theil mit dem entsprechenden Ureter vereinigt, ihren Verlauf nimmt. Die Mündungen der beiden Scheiden liessen sich nicht nachweisen. Die Leitungsapparate für die Keime beim weiblichen Geschlechte entwickeln sich aus den Müllerschen Fäden. Diese verschmelzen (nach Virchow: Vorlesungen über path. Anat. d. Generationsorgane. 1866) von aussen nach innen zu, bleiben aber an ihrem innersten Ende getrennt. Daher giebt es eine Vagina und einen Uterus, aber zwei Tuben. Wird nun die Verschmelzung der Müllerschen Fäden gehemmt, so entsteht ein Uterus bicornis oder ein Uterus duplex und im höchsten Grade der Hemmung auch eine Vagina duplex. Dieser höchste Grad der Bildungshemmung liegt auch hier vor; Foerster (path. Anatomie II. 405) hat dafür die Bezeichnung Uterus duplex separatus sive didelphys angenommen. Bis jetzt ist derselbe nur bei hohen Graden von sogenannter Cloakbildung und bei Kindern beobachtet worden, welche entweder todtgeboren waren oder wenige Tage nach der Geburt starben (Foerster 162). Auch Meckel (a. a. O. 670) wusste schon, dass Duplicität des Uterus auf Bildungshemmung beruhe, wie er nach Harvey's (de generat. 304) Beobachtung nachgewiesen hatte; ob aber die Duplicität der Scheide durch Ausbleiben der Verwachsung oder durch secundäre Trennung zu Stande komme, wagte er noch nicht zu entscheiden. Die Verwachsung der Müllerschen Fäden ist im vierten Monat des

Foetallebens vollendet. Hier ist die Entwickelung also auf einer Stufe stehen geblieben, welche noch vor dem vierten Monat liegt.[1])

Die Schamlippen (Fig. 1. o. o. n. n. und Fig. 2. o. o. n. n.) welche nach oben convergirend in einen Schamberg auslaufen sollten, divergiren hier und sind also ebenfalls gespalten, d. h. an ihrer Vereinigung gehindert. Dieses Verhalten erklärt sich aus der ausgebliebenen Vereinigung der Bauchplatten des Haut- und Wirbelsystems und des unteren Extremitätengürtels. Deshalb findet sich auch dieselbe Divergenz der Schamlippen, respective des Hodensackes in allen später aufzuführenden Parallelfällen.

Am Schlusse dieses Abschnitts will ich noch die eigenthümliche Papille (Fig. 1. p. und Fig. 2. p.) erwähnen, welche sich neben der rechten Nymphe fand, während auf der linken Seite keine solche nachweisbar war. Diese Papille steckt in einer ganz feinen Hautscheide, gleichsam in einer Vorhaut, oder wie eine Papilla circumvallata der Zunge in ihrem Wall. Auch für sie finden sich einzelne Analoga. So zeigt das Präparat No. 9482 des anatomischen Museums zu Berlin, dessen Beschreibung weiter unten folgen wird, an dem unteren Ende der invertirten Harnblase jederseits ebenfalls solche von einer Vorhaut umgebene Papille. Auch das Präparat No. 821 (anat. Mus. zu Berlin), welches Behn in seiner Dissertation (de parietis anterioris vesicae urinariae defectu) beschrieben und bearbeitet hat, besitzt zwei entsprechende Papillen, welche aber, entsprechend dem geringen Grade der vorliegenden Bauchblasenspalte, sich in der Medianlinie berühren. Jedesmal sitzen die Papillen auf einem Gebiet, welches nicht mehr der Blasen- oder Darmschleimhaut, sondern dem Integumentum commune externum angehört. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass diese Papillen für die von selbstständigen Präputien umgebenen, an der Vereinigung gehinderten Corpora cavernosa der Clitoris

1) Beispiele für den Uterus duplex separatus bieten ein von Saviard (obs. de chir. 308) beschriebener Fall und ein anderer, welchen C. E. Levy (a. a. O. 443) veröffentlicht hat. Ausserdem gehören auch von den später zu beschreibenden Parallelfällen einige hierher.

oder im anderen Falle des Penis, also allgemein für die sogenannte papilla genitalis erklärt werden müssen.

7. *Anhang.*

Es sei hier zum Schlusse noch eine Bemerkung über die Lage des Nabels gestattet. Derselbe befindet sich nicht wie gewöhnlich in der Mitte zwischen den Schambeinen und dem Schwertfortsatz, sondern er liegt viel näher an ersteren. Dadurch wird die Regio epigastrica bedeutend vergrössert, so dass sie etwa so gross ist als die Mittel- und Unterbauchgegend zusammengenommen. Einige Beispiele von so tiefer Insertion des Nabelstranges führt auch Heyfelder (a. a. O.) in seinen schon weiter oben citirten Fällen von Mangel der Harnblase an. Er erwähnt dabei eine Ansicht Chaussier's, welche durch seine Präparate und die meinigen unterstützt wird. „Chaussier legt einen besonderen Werth auf den Insertionspunkt des Nabelstranges und behauptet, dass das Vorhandensein desselben auf der Körperhälfte ein normal gebildetes und ausgetragenes Kind beurkunde. Ebenso nimmt Chaussier an, dass der Insertionspunkt sich immer mehr vom Centrum entferne, je weniger das Kind den zum Getrenntleben erforderlichen Grad der Entwicklung erreicht habe.“ Auch bei Meckel (a. a. O. 718) findet sich in seiner Abhandlung über die Cloakbildung eine hierher gehörige Stelle. Er sagt nämlich: „Immer aber liegt der Nabel ausserordentlich tief, ein für die Geschichte dieser Missbildung (der Cloakbildung) ausserordentlich merkwürdiger Umstand, weil er beweist, dass sie sich immer aus einer und derselben Periode, aus der sehr frühen nämlich datirt, wo sich der Nabelstrang noch in der Nähe des unteren Körperendes in den Unterleib begiebt.“

III. Kurze Beschreibung von zwei analogen, noch nicht veröffentlichten Missgeburten.

In der pathologischen Sammlung des anatomischen Museums zu Berlin befinden sich zwei Präparate, welche in jeder Weise verdienen, der eben genau erörterten Missgeburt an die Seite

gestellt zu werden. Das erste führt im Katalog die No. 3077 und folgende Signatur: „Infans monstrosus legitimo tempore in lucem editus, partes genitales male sunt conformatae, ut cujus sexus sit contemplatione externa non evincatur.“ Es ist ein Knabe mit Bauchblasenspalte, Darmbeindiastase und dünnem Nabelstrang mit kleinem Feld der Membrana reuniens inferior Die gespaltene Blase ist hervorgewölbt, zeigt mancherlei Rauhigkeiten und Excrescenzen und jede Blasenhälfte besitzt am unteren, lateralen Ende eine Papille von Erbsen- bis Bohnengrösse. Unter diesen Papillen findet sich je eine schlitzförmige Oeffnung, von denen besonders die rechte ziemlich gross ist. Das sind die Mündungen der Ureteren, welche ohne Ausbuchtungen und von der Weite gewöhnlicher Sonden bis zu den Nieren verlaufen. Im Zwischenraum zwischen den beiden Blasenhälften zeigt sich, am besten wieder männlichen Genitalien vergleichbar, ein Vorfall des Dünndarms und Blinddarms. Der wurstartige Dünndarm kehrt die Spitze nach oben. Er ist bei seinem Uebergange ins Cöcum manschettenartig von einer Schleimhautfalte überzogen (vielleicht valvula Bauhini). Das Cöcum ist stark kuglig hervorgewölbt, sehr weit und zeigt zwei nahe bei einander liegende Oeffnungen, welche sich bei vorsichtiger Reposition des Blinddarms als die Mündungen zweier Wurmfortsätze erweisen, von denen an jeder Seite des Blinddarms einer herabläuft. Die frei vorliegende Cöcalschleimhaut ist fast überall sehr verdünnt und nur ab und zu verlaufen auf ihr einzelne dickere, narbenartige Stränge. Der Dickdarm fehlt vollständig. Aber dem Kreuzbein durch ein kurzes Gekröse aufgeheftet findet sich ein etwa 1,5″ langes Rectum, das unter dem prolabirten Blinddarm bleistiftweit in den widernatürlichen After mündet. Spurlose Atresia ani. Die rechte Niere liegt tiefer als die linke, bereits zum Theil im grossen Becken; ihr Hilus ist gerade nach vorn gerichtet. Die entsprechende Nebenniere liegt am normalen Fleck dicht unter der Leber. Das Scrotum ist gespalten und in jeder Hälfte fühlt man einen Hoden. Zwischen den oberen medialen Rändern der Scrotalhälften befindet sich eine warzenartige, erbsengrosse Excrescenz.

Die zweite Missgeburt No. 9482 war bereits genau anatomirt. Da ich dieselbe aber weder in der Literatur gefunden habe, noch auch der Catalog einen Beschreiber nennt, so glaube ich nicht unrecht zu thun, wenn ich sie unter den unveröffentlichten Fällen mit aufführe. Ihre Signatur ist folgende: „Inversio vesicae urinariae cum atresia ani et prolapsu intestini aperto in anteriori inferiori parte abdominis. Intestinum in duas partes divisum.“ Es ist ein ausgetragener Knabe mit Bauchblasenspalte. Die invertirte Blase liegt in einer Vertiefung und ist höchstens von Zweigroschenstückgrösse. Die Ureterenmündungen liegen nahe bei einander und führen in ziemlich weite Ureteren. Zwischen diesen Mündungen liegt eine bleistiftstarke Oeffnung, welche in das Cöcum führt und aus welcher der in der Signatur angegebene Prolapsus stattgefunden haben muss. Dieser Prolapsus ist leider reponirt und nichts Näheres über ihn angegeben. Grosse Schambeindiastase. An der unteren Grenze der Cloake findet sich jederseits ein papillenartiger Körper von einem Hautwall umgeben, ähnlich einer Papilla circumvallata der Zunge; vielleicht Corpus cavernosum penis jeder Seite mit eigenem Präputium. Dann kommen weiter nach unten die beiden platten, grossen Scrotalhälften, deren jede einen Hoden enthält. In der Lendengegend befindet sich ein faustgrosser Hydrorrhachissack. Der After fehlt spurlos. Der Nabel inserirt sich sehr tief unten und enthält noch ein Stück der Membrana reuniens inferior. Die obere Hälfte des Dünndarms ist sehr erweitert und endet unten blind. Die untere Hälfte ist sehr verengt, beginnt blind, verläuft so einen Zoll in gerader Richtung, macht dann, durch das Mesenterium dazu gezwungen, eine spitzwinklige Knickung und verläuft darauf wieder geradlinig etwa vier Zoll. Dann tritt sie fast unter einem rechten Winkel in den Blinddarm. Dieser kehrt jetzt (d. h. nach der Reposition) seinen Fundus nach oben und trägt einen kleinen Wurmfortsatz. Das Cöcum liegt in der Mittellinie des Körpers und mündet ein wenig nach links von ihr in das Blasenfeld. Der Dickdarm und der Mastdarm fehlen vollständig. Durch die lange Einwirkung des Weingeistes kann

man nicht mehr die Eintheilung in ein mediales Darmfeld und zwei laterale Blasenfelder erkennen.

IV. Uebersicht der in der Literatur sich findenden analogen Fälle.

1. A. Retzius: „Fall einer in vielfacher Hinsicht von der normalen abweichenden Bildung eines Kindes" (Svenska Läkare Sällskapets, Nya Handlingar Vol. 3. S. 187. Oppenheim: Zeitschr. f. d. ges. Med. Bd. 32. S. 532).

Mädchen, 7 Stunden alt, mit Bauchblasenschambeinspalte und widernatürlichem After, in welchen Dünndarm und Mastdarm münden. Dickdarm fehlt bis auf ein Stück der Flexura coli, welches am Mastdarm hing. Prolapsus des Dünndarms, Atresia ani, Uterus duplex separatus; fehlende Scheiden.

2. G. Friedländer (Monatsschr. f. Geburtskunde und Frauenkrankh. von Busch, Credé, v. Ritgen, v. Siebold. Bd. 7. S. 243 und dasselbe in den Verhandl. d. Ges. f. Geburtsh. in Berlin Heft 9. S. 61. Beides mit drei Abbildungen).

Knabe, 15 Tage alt, mit Bauchblasenschambeinspalte und widernatürlichem After, in welchen der Dünndarm und ein accessorisches Darmstück münden. Dickdarm fehlt. Prolapsus des Dünndarms. Spurlose Atresia ani. Hodensack und Eichel gespalten (wenn ich die Figur richtig verstanden habe).

3. Dietrich (Zadig u. Friese: Arch. d. pr. H. Bd. 1. 485. Meckel path. Anat. I. 703).

Knabe mit Bauchblasenspalte (Schambeinspalte?) und widernatürlichem After, in welchen der Dünndarm mündet. Dickdarm ist nicht erwähnt, Mastdarm fehlt. Prolapsus des Dünndarms.

4. Vrolik (Tab. ad illustr. embryogenesin tab. 32. f. 2. Handboek 1. 412. Foerster: Die Missbildungen des Menschen. Atlas tab. 22. f. 7.)

Knabe, neugeboren (zugleich mit einem wohlgebildeten Mädchen), mit Bauchblasenschambeinspalte und widernatürlichem After, in welchen der Dünndarm und der oben blind endende „Dickdarm" (wohl Mastdarm) münden. Dickdarm fehlt fast ganz. Prolapsus des Dünndarms, Atresia ani, doppelte Eichel.

5. A. Foerster (Präparat der pathol. Samml. zu Würzburg 1123. X. Foerster Missb. tab. 22. f. 8 u. 9).

Mädchen, nicht ausgetragen, mit Bauchblasenschambeinspalte und widernatürlichem After, in welchem die trichterförmige Mündung des Dünndarms und die Mündung des rudimentären „Dickdarms" (wohl Mastdarms) liegt. Dickdarm fehlt zum grössten Theil. Geringer Pro-

lapsus des Dünndarms. Atresia ani, Uterus et vagina duplices separati (Uterus didelphys).

6. A. Foerster (Präparat der pathol. Samml. zu Würzburg 1097. X. Foerster Missb. tab. 24. f. 7).

Sechsmonatlicher Foetus mit Bauchblasenschambeinspalte und widernatürlichem After, in welchen der Dünndarm mündet. Dickdarm fehlt. Geringer Prolapsus des Dünndarms. Doppelte Mündung der fehlenden Geschlechtsleitungsgänge.

7. Edm. Rose („Beiträge zur Kenntniss der angeborenen chirurgischen Krankheiten des Menschen. II.: Ueber das Offenbleiben der Blase.“ Monatsschrift für Geburtskunde und Frauenkrankheiten. Bd. 26).

Mädchen, 5 Tage alt, mit Bauchblasenschambeinspalte und widernatürlichem After, in welchen der Dünndarm und unter diesem ein zur Linea innominata gehendes und dort blind endendes, accessorisches Darmstück (von Rose auch zum Dünndarm gerechnet, aber wohl Mastdarm) münden. Blinddarm und Dickdarm fehlen gänzlich. Prolapsus des Dünndarms und des accessorischen Darmstücks. Atresia ani, Uterus et vagina duplices separati (Uterus didelphys).

8. A. Fränckel („De organorum generationis deformitate rarissima“; dissert. inaug. Berlin 1825, mit Abbild. Nach Beschreibung und Zeichnung jedenfalls No. 6021 des anatomischen Museums zu Berlin).

Mädchen, 2 Tage alt, mit Bauchblasenschambeinspalte und widernatürlichem After, in welchen der Dünndarm und ein accessorisches, schon von Fränckel für den Mastdarm erklärtes Darmstück münden. Vom Dickdarm findet sich keine Spur. Sehr starker Prolapsus des Dünndarms mit Invagination an der Spitze des Prolapsus. Atresia ani, Uterus et vagina duplices separati (Uterus didelphys). Pes varus dexter und grosser Hydrorrhachissack. Die linke Art. umbilicalis fehlt.

9. J. F. Meckel (Handbuch der pathol. Anat. I. 734) erwähnt zwei frühe Embryonen, welche vielleicht auch hierher gehören. „Uebrigens fand ich bei einem sehr frühen Embryo mit Mangel der Harnblase die Harnleiter und Trompeten der Gebärmutter mit ihren Ausführungsgängen nicht nach unten, sondern nach vorn gerichtet und in die Nabelscheide tretend, in einem etwas späteren gleichfalls keine Harnblase, aber zwischen der Nabel- und Scheidenöffnung in der Mittellinie des Unterleibes zwei übereinanderliegende Oeffnungen, in allen den Darmcanal grösstentheils ausserhalb des Leibes.“

V. Charakteristik der Bauchblasengenitalspalte.

Aus der in den vorigen Abschnitten gegebenen Zusammenstellung der in der Literatur und in dem Berliner anatomischen Museum sich findenden ähnlichen Fälle ergiebt sich, dass der vorliegende Missbildungscomplex ein ganz bestimmter, hoher Grad der sogenannten Bauchblasenspalte oder Inversion oder Ektrophie der Harnblase ist. Am passendsten möchte für diesen Grad der Name Bauchblasengenitalspalte (Gastrocystaegenneticoschisis) sein, um damit anzudeuten, dass die Spaltbildung sich nicht nur auf die Bauchwandung und die Harnblase, sondern auch auf die gesammten äusseren und die normal nicht getrennten inneren Genitalien und auf den dieselben stützenden Theil des Wirbelsystems, die Schambeine, ausgedehnt hat.

Die Bauchblasengenitalspalte ist durch folgende Missbildungen charakterisirt: in der Unterbauchgegend hat sich weder das Hautsystem, noch das Wirbelsystem geschlossen. Die Schambeine stehen einen oder mehrere Zoll weit auseinander. Der Spalt der vorderen Bauchwand wird in seinem oberen, dem Nabel zunächst liegenden Theile durch einen hautähnlich gewordenen Rest der Membrana reuniens inferior (Rathke), höchst selten durch normale Haut, in seinem unteren Theile dagegen durch die frei zu Tage liegende hintere Wand der Harnblase geschlossen. Diese nicht zu einer Blasenform entwickelte, sondern als Fläche vorliegende Harnblase ist aber ebenfalls gespalten und nimmt zwischen ihre bilateral symmetrischen Hälften den widernatürlichen After auf. Auf jeder Blasenhälfte mündet der entsprechende Ureter, meist durch eine kleinere oder grössere Schleimhautpapille geschützt. Von dem Darmcanal ist der Dünndarm immer entwickelt und mündet mit seinem untersten Stück zusammen mit dem Blinddarm, falls dieser vorhanden ist, in den widernatürlichen After. Aus diesem sind beide stets in höherem oder geringerem Grade hervorgefallen und bieten dann sehr oft das eigenthümliche, ödematösen männlichen Genitalien ähnliche Ansehen dar. Der Dickdarm fehlt stets; nur in seltenen Fällen findet sich ein

Stück der Flexura sigmoidea. Fast constant ist das Vorhandensein eines accessorischen Darmstücks, welches ich nach den in dem Abschnitt über den Nahrungscanal entwickelten Ansichten für das nach vorn umgeschlagene Schlussstück des Enddarms, d. h. für den Mastdarm halte. An ihm hängt das Stück der Flexura sigmoidea, falls sie sich gebildet hat. Dieser Mastdarm, welcher in den 11 hier zur Betrachtung kommenden Fällen nur 3 Mal sich nicht vorfindet, mündet aber nicht an der normalen Stelle, wo sich stets eine Atresia ani mit oder ohne narbenartige Einziehung der Haut vorfindet, sondern er wendet sich von dem Steissbein nach vorn zu dem widernatürlichen After und öffnet sich daselbst unter der Mündung des Dünndarms oder Blinddarms.

Die Geschlechtstheile sind ebenfalls gespalten, daher findet sich beim weiblichen Geschlecht ein doppelter, getrennter Uterus und, falls sie vorhanden sind, auch für jeden Uterus eine Scheide. Die grossen und kleinen Schamlippen divergiren nach oben, anstatt convergirend den Kitzler, von welchem meist keine Spur sich auffinden lässt, in ihre Mitte zu nehmen. Bei dem männlichen Geschlechte ist der Hodensack gespalten, ebenso auch der Penis, wenn er überhaupt gebildet ist. Sind die Mündungen der Geschlechtsleitungsapparate vorhanden, so befinden sie sich an der unteren Grenze des widernatürlichen Afters, gleichfalls von einander getrennt. Die Harnröhre fehlt selbstverständlich immer.

Ausserdem finden sich oft noch andere Anomalien, welche aber augenscheinlich mit den hier angeführten Missbildungen in keinem Connex stehen und vor allen Dingen sich nicht als typische Abnormitäten aufstellen lassen.[1])

VI. Aeltere und neuere Ansichten über die Entstehung der Bauchblasengenitalspalte.

Schon vor Jahren bemühten sich die Beobachter, eine Erklärung für das Zustandekommen dieser Missbildungen aufzu-

1) Auf diese Verbindung der Harnblasenspalte mit anderen nicht von ihr abhängigen Anomalien weist auch Meckel in seiner Abhandlung über die Cloakbildung hin (a. a. O. 736).

finden; sie fingen aber ihre Betrachtung, nicht unterstützt durch genügende Kenntniss der Entwickelungsgeschichte, von einem ganz falschen Gesichtspunkte an und kamen in Folge dessen zu Resultaten, welche uns jetzt abenteuerlich erscheinen. Sie fassten die vorliegende Spalte nicht als das Resultat einer ausgebliebenen Vereinigung auf, sondern liessen dieselbe durch nachträgliche Trennung von Theilen entstehen, welche vorher normal vereinigt gewesen sein sollten. Duncan (Edinburg, med. journ. 1805. p. 138—142) nimmt als Causalmoment einen Verschluss der Harnröhre an: durch den Druck des sich stauenden Harns werden die Blase, die Schambeine und endlich auch die Bauchwandungen zerrissen und die Blase nun von den Eingeweiden vorgedrängt. Roose und Creve halten eine Trennung der Schambeine für die Ursache der späteren, allgemeinen Spaltbildung. Dieser Schambeinspalt entsteht nach Roose (Dissert. de vesicae urin. inversae prolapsu. Gottingae 1793. p. 40), nachdem die Symphyse der Schambeine sich schon gebildet hatte, durch unregelmässige Lage des Foetus und Fall etc. der Mutter. Creve (von den Krankheiten des weiblichen Beckens. Berlin 1795 p. 123) sieht die Trennung der Schambeine als ursprünglichen Bildungsfehler an, durch welchen die Spaltbildung der andern Organe zu Stande komme. Meckel (a. a. O. 729), welcher ausführlicher auf diese Ansichten eingeht und Gegenbeweise gegen dieselben aufbringt, äussert sich selbst dahin, dass man nach dem damaligen Standpunkte der Wissenschaft genöthigt sei, anzunehmen, dass die Missbildungen aller dabei in Betracht kommenden Organe ursprünglich vorhanden wären, und dass dieselben sich nicht gegenseitig bedingen. Trotzdem aber spricht er die Vermuthung aus, dass dieser ganze Complex von Missbildungen in einer frühen Periode des Foetallebens normal und somit als eine einfache Bildungshemmung aufzufassen sei. Foerster (a. a. O. S. 114 u. path. Anat. I) sieht eine Anomalie der Allantois als das Causalmoment an. Er spricht sich darüber folgendermassen aus: „Es beruht dies vielleicht auf einer abnormen Ansammlung von Flüssigkeit im unteren Theile der Allantois, durch welche nicht allein der Schluss der Bauchdecken, Symphyse und regelmäs-

sige Bildung der Urethra behindert, sondern auch eine Spaltung der vorderen Bauchwand bewirkt wird.“ Ob diese Ansicht für geringere Grade der Bauchblasenspalte die richtige Erklärung liefert, lasse ich dahingestellt sein, weil es nicht zur Sache gehört; für den vorliegenden hohen Grad der Missbildung aber, die Bauchblasengenitalspalte, genügt diese Hypothese schon deshalb nicht, weil weder die Spaltungen der inneren Genitalien, noch auch die Anomalien des Nahrungscanals durch dieselbe erklärt werden.

In dem von E. Rose beschriebenen Falle fand sich die rechte Niere im kleinen Becken, welches von ihr vollständig ausgefüllt wird. Diese abnorme Lage der Niere sieht Rose als die erste Ursache der vorliegenden Missbildungen an. Mir scheint es jedoch nicht unmöglich, dass man die Sache gerade umgekehrt betrachten muss, dass nämlich durch die mit der Bauchblasengenitalspalte verbundene Entfernung der Unterleibsorgane von der Wirbelsäule in dem kleinen Becken ein freier Raum entstanden ist, welcher die Entwickelung der Niere an dieser Stelle begünstigte. Dass die Niere daselbst wirklich ursprünglich entstanden und nicht erst dorthin gewandert sei, hält Rose durch den gänzlichen Mangel von peritonitischen Erscheinungen für bewiesen. Sollte nun aber auch wirklich die Niere nicht ohne Schuld an dem Zustandekommen der Bauchblasengenitalspalte sein (was sehr unwahrscheinlich ist), so ist die Rose'sche Ansicht doch jedenfalls nicht die richtige, dass nämlich die abnorme Lage der Niere als das Causalmoment angesehen werden müsse. Denn wie will er dann die oben zusammengestellten Parallelfälle erklären, welche den vorher als typisch angegebenen Complex von Missbildungen besitzen, ohne dass man im Stande wäre, den Nieren die Schuld daran aufzubürden? Da aber eben diese Missbildungen so typisch sind, so scheint es mir auch das Wahrscheinlichste zu sein, dass eine und dieselbe, allen Fällen gemeinsame Abnormität zugleich die anderen hervorgerufen hat.

VII. Ansicht des Verfassers über die Entstehung der Bauchblasengenitalspalte.

Um dem Causalmoment dieser ganzen Abnormitätengruppe auf die Spur zu kommen, wollen wir noch einmal einen Blick auf die vorhandenen Missbildungen werfen. Wir finden einen Spalt der unteren Bauchgegend, welcher durch das Hautsystem, durch das Wirbelsystem mit Einschluss des Extremitätengürtels, durch die Harnblase und endlich auch durch die äusseren und inneren Generationsorgane, folglich durch den unteren Theil des ganzen Ventralrohrs mit Ausnahme des Darmcanals hindurchgeht. Dass dieser Spalt nicht die Folge einer nachträglichen Trennung der genannten schon vereinigt gewesenen Organe sei, sondern durch ausgebliebene Verschmelzung derselben entstanden ist, habe ich schon oben besprochen. Es muss sich also der Vereinigung der Organe ein Hinderniss entgegengestellt haben, welches entweder von aussen nach innen zur Wirbelsäule hin, oder von innen nach aussen bis über die Grenze des Hautsystems hinaus gewirkt hat. Das Erstere findet seine Widerlegung schon darin, dass von einem von aussen kommenden Hinderniss keine Spur sich auffinden lässt. Es bleibt demnach als letzte und jedenfalls allein richtige nur noch die Annahme von einem Hinderniss innerhalb der Bauchhöhle übrig, das sich zwischen die bilateral-symmetrischen Hälften der noch nicht vereinigten Organe drängte. Da die Generationsorgane noch gespalten sind, die Wirbelsäule aber normal ist, so muss sich das Causalmoment der Missbildung in dem zwischen beiden genannten Theilen befindlichen Organe, d. h. in dem Darmcanal befinden. Das Typische seiner abnormen Lage und ganz besonders der Umstand, dass er sich in dem Spalt befindet und sich zwischen den bilateral-symmetrischen Hälften der Harnblase inserirt, bestätigen diese Annahme.

Eine andere Frage, deren Lösung sich viel grössere Schwierigkeiten entgegenstellen, ist die, wie denn eigentlich die Abnormitäten des Darmcanals entstanden sind? Ueber die fehlerhafte Insertion des Mastdarms wurde schon in dem Abschnitt

über den Nahrungscanal gesprochen, auch wurde dort entwickelt, dass man das Zustandekommen der Trennung zwischen dem Dünndarm und Dickdarm dadurch erklären könne, dass von der Wand des primitiven Darmrohrs eine kurze Strecke dicht hinter dem Ansatz der Anlagen für die Allantois zu Grunde gegangen sei. Die Insertion des unteren von dem Dickdarm abgelösten Dünndarmendes fand ihre Erklärung in einer krankhaften Adhärenz, welche an dieser Stelle die sogenannten Darmplatten (centraler Theil des Stratum intermedium) mit den Bauchplatten des Haut- und Wirbelsystems besassen und durch welche sie hier an der Abschnürung des Darmrohres gehindert wurden. Dann verwachsen die mit dem adhärenten Theile des Darmcanals verbundenen Allantoisanlagen mit den medialen Enden der Bauchplatten des Haut- und Wirbelsystems und hindern dadurch diese und ebenfalls auch den unteren Extremitätengürtel an ihrer normalen Vereinigung. Da von letzterer aber die Verschmelzung der äusseren Genitalien abhängt, so erklärt es sich, dass dieselbe Ursache, welche eine Diastase der Schambeine hervorrief, auch eine äussere Genitalspalte verursachen wird. Die beiden Geschlechtsleitungsgänge (bilateral symmetrische Hälften des Uterus und der Scheide), deren Vereinigung erst später an der hinteren Wand der Harnblase in der Mittellinie der Bauchhöhle stattfindet, finden diese von Darmschlingen angefüllt, welche von der Wirbelsäule zur vorderen Bauchwand ziehen, und müssen in Folge dessen getrennt bleiben.

Was den Zeitpunkt des Intrauterinlebens anbetrifft, in welchem die Lageveränderung des Tubus intestinalis zu Stande kam, so muss man denselben sehr früh setzen. Jedenfalls trat die Anomalie des Darmcanals schon ein, als die Allantois sich noch nicht zu ihrer Blasenform ausgebildet hatte; nur ihre erste Anlage, d. h. ein kleiner Zellenhaufen zu jeder Seite des Darmrohres konnte sich entwickelt haben. Diese beiden Zellenhaufen wurden schon an ihrer Vereinigung gehindert und mussten sich jeder für sich allein zu der betreffenden Hälfte der Harnblase entwickeln. F. W. Scanzoni (Lehrb. der Geburtshilfe I. 86) beschreibt einen dreiwöchentlichen menschlichen Embryo, bei

welchem die Allantois sich bereits gebildet hat. Daraus folgt, dass der Anfang unserer Missbildung vor der vierten Fötalwoche liegen muss.

Wir kommen somit zu dem Schluss, dass das Causalmoment der Bauchblasengenitalspalte eine vor der vierten Woche des Intrauterinlebens eintretende, abnorme Trennung des Mitteldarmes von dem Enddarme sei, durch welche während der weiteren Entwicklung des Embryo dieser grosse Complex von Missbildungen als einfache Bildungshemmungen verursacht wird.

VIII. Erklärung der Abbildungen.

Figur 1 zeigt die ursprüngliche Ansicht der pathologischen Bildung vor der Präparation. Man sieht das Feld der veränderten äusseren Haut (Membrana reuniens inferior) *a. b. c. d.* mit dem bei *a* sich inserirenden Nabelstrang *e.* *f. f.* Feldchen der Blase mit *g* Mündungen der Ureteren. *h. h'.* Prolabirtes unteres Dünndarmende (Pseudopenis). *h'.* Schlussstück des Dünndarms. *i.* Stelle der Invagination am Dünndarm. *k.* prolabirter Blinddarm (scheinbarer Hodensack). *m.* Feld der Darmschleimhaut. *n.* Kleine Schamlippen. *o.* Grosse Schamlippen. *p.* Umwallte Papille. *q.* Hautwülste, welche das weisslich gelbe Feld der Membrana reuniens inferior von dem röthlichen Felde der Blasen- und Darmschleimhaut trennen. *s.* Art. umbilicalis dextra. *v.* Mediale Enden der horizontalen Schambeinäste. *w.* Ende des rechten Hautwulstes (*q*).

Figur 2. Dieselbe Ansicht, wie in der vorigen Abbildung, nachdem das Kind injicirt und die vorgefallenen Eingeweide reponirt worden sind. Die Bezeichnungen (*a—w*) sind dieselben, wie vorher. Man übersieht den grossen, widernatürlichen After, das grosse Darmschleimhautfeld (*m. y.*) Ueberall auf den anderen Feldern bemerkt man Gefässverzweigungen. Am zahlreichsten sind sie auf der sich dicht am lateralen Rande der Harnblase verdünnenden äusseren Haut (*u*). Aber auch die Felder der Blasenschleimhaut *f* sind von Gefässen durchzogen. *x*, Dunkelrothbraune, narbige Vertiefung in der Haut an der normalen Afterstelle. *y.* Mündung des Blinddarms, darüber: *γ.* Mündung des Dünndarms. *β.* Mündung des Mastdarms (ganz unten im widernatürlichen After). *z.* Kleine Hautfalte, welche sich am unteren Rande des widernatürlichen Afters wie ein Hymen am Scheideneingang erhebt.

Figur 3. Man sieht in das kleine Becken hinein, die Bauchdecken (*A. B.*) sind nach unten geschlagen, es liegt ihre Peritonealfläche vor. *C.* Das gelblich weisse Feld der Membrana reuniens inferior ist an *D* dem Nabelstrang nach unten gezogen. Man übersieht das Verhältniss der drei in den Anus praeternaturalis mündenden Abtheilungen des Darmkanals zu einander. *e. d. f. g.* Unteres Ende des Dünndarmes. *d.* Die Stelle, wo derselbe die Invagination besass. *h.* Blinddarm. *i.* Wurmfortsatz. *m.* Accessorisches Darmstück (Mastdarm). *n.* Linke Nabelarterie.

Figur 4. Die Niere (rechts liegend) mit ihrem Harnleiter. *a.* Der Harnleiter, der bei *g* mit der rechten Vagina (*f*) vereint verläuft und sich bei *i* wieder in einen Sack erweitert. *b.* Der rechte Uterus mit *d* dem rechten Eierstock, *c* der rechten Muttertrompete und *e* dem runden Mutterband. *h.* Die zurückgefallene Nebenniere. *l.* Die Peritonäalfläche des rechten Blasenschleimhautfeldes (hintere Blasenwand).

Figur 5. Topographische Ansicht des unteren Theils der Bauchhöhle, nachdem die Bauchdecken (*s*) und das Feld der Membrana reuniens inferior (*v*) mit dem Nabelstrang (*w*) nach unten geschlagen sind. *a. b.* Medianlinie des Körpers. *c.* Rechte, *d* linke Nabelarterie. *e.* Rechte, *f.* linke Art. iliaca ext. 1. Rechte Muttertrompete. 2. Rechter Eierstock. 3. Rechter Uterus. 4. Rechte Scheide. 5. Linke Muttertrompete. 6. Linker Eierstock. 7. Cyste an dem lateralen Ende desselben. 8. Linker Uterus. 9. Linke Scheide. *g.* Runde Mutterbänder. *h.* Rechter Harnleiter, *h'.* untere Aussackung desselben. *k.* Rudimentärer linker Harnleiter. *m.* Dünndarm. *n.* Blinddarm. *o.* Wurmfortsatz. *p.* Accessorisches Darmstück (Mastdarm). *r.* Peritonäalflächen der Blasen- und Darmschleimhautfelder. *t.* Oberschenkel.

Die Abbildungen sind sämmtlich in der natürlichen Grösse gezeichnet worden.

Versuche über die Harnstoffausscheidung während und nach der Muskelthätigkeit.

Von

J. Weigelin
aus Stuttgart.

Das Verhalten der Harnstoffbildung während der Muskelthätigkeit ist seit Voit's bahnbrechenden Untersuchungen Gegenstand zahlreicher theoretischer und experimenteller Studien geworden. Die Versuchsergebnisse, welche bis jetzt gewonnen wurden, weichen übrigens, näher betrachtet, sehr viel weniger von einander ab, als die Deutungen, die man denselben unmittelbar oder mittelbar gab, und glaube ich in vollem Recht zu sein, wenn ich als Endresultat aus sämmtlichen, von den divergirendsten Standpunkten aus unternommenen Versuchen, den Satz hinstelle: es findet eine gewisse Harnstoffvermehrung während der Muskelthätigkeit in der That statt. Gleichwohl erscheint diese Zunahme gegenüber den während des sogenannten ruhenden Körperzustandes gebildeten Harnstoffmengen als eine verhältnissmässig unerhebliche, sie ist in der That viel geringer, als man von der so stickstoffreichen Muskulatur im Zustand ihrer angestrengten Thätigkeit bei dem früheren Standpunkt unseres Wissens a priori erwarten durfte.

Im Tübinger physiologischen Institute mit einer längeren Versuchsreihe über die Harnstoffproduction unter verschiedenen physiologischen Bedingungen beschäftigt, deren Ergebnisse ich

bei einer späteren Gelegenheit im Einzelnen mittheilen werde, wurde ich von Herrn Prof. v. Vierordt aufgefordert, auch dem Einfluss der Muskelthätigkeit eine eingehende Berücksichtigung zu widmen, und zwar unter Versuchsbedingungen, welche von denen der übrigen Forscher möglichst abweichen sollten. Dabei wurden mir von Herrn Prof. v. Vierordt folgende Aufgaben gestellt:

1) Während die früheren Untersuchungen sich in der Regel auf die Harnstoffproduction innerhalb einer grösseren, selbst 24stündigen Periode bezogen, in welche die auf die Arbeitsstunden folgenden Ruhestunden mit herein gezogen wurden, sollte die Harnstoffausscheidung sowohl während zweistündiger Muskelarbeit, als auch in den ebenfalls je zweistündigen Perioden der darauf folgenden Ruhezeit untersucht werden. Ein unmittelbares Eingehen auf diese Frage wurde mir dadurch ermöglicht, dass ich bereits eine Anzahl von Erfahrungen über die Gestaltung meiner Harnstoffausscheidung in den verschiedenen Tagesstunden unter verschiedenen Bedingungen gesammelt hatte.

2) Da es nicht unwahrscheinlich erscheint, dass die Harnstoffausscheidung bei der bedeutenden Verminderung der Harnmenge während der Muskelanstrengung etwas gehemmt werde, so empfahl sich in meinen Versuchen ein entsprechendes Wassertrinken, um die Harnmenge während der Muskelarbeit so zu vermehren, dass sie von der normalen Harnmenge derselben Tagesstunden nicht zu sehr abwich. Freilich musste ich mir von vornherein sagen, dass durch die Wassereinverleibung der secretorische Apparat in Verhältnisse treten könne, die möglicherweise von den mittleren Zuständen erheblich abweichen, so dass zwei gleiche Harnmengen, die in gleicher Zeit vom ruhenden, nicht schwitzenden und vom thätigen, stark perspirirenden, mit Wasser überschwemmten Körper abgesondert werden, von höchst verschiedenen Secretionsbedingungen abhängen können. Auch hier hatte mir eine gleichzeitige Versuchsreihe über die Harnstoffproduction des ruhenden Körpers bei starkem Wassertrinken die nöthigen Anhaltspunkte geliefert, um meine Versuche über die Harnstoffausscheidung während der Arbeit richtig deuten zu können.

Endlich war mir

3) die Aufgabe gestellt, den Einfluss der anhaltenden, willkürlichen Spannung vorzüglich der Extremitätenmuskulatur, ohne dass dieselbe Bewegungen vermitteln, auf die Harnstoffausscheidung zu untersuchen.

Was die Bestimmung des Harnstoff- und Chlornatriumgehaltes betrifft, so geschah dieselbe nach den von Liebig angegebenen Methoden. Sämmtliche Versuche stellte ich an mir selbst an; mein Alter ist 25 Jahre, mein Körpergewicht beträgt 131 Pfund.

Zum Verständniss der unten angegebenen Tabellen habe ich Folgendes über die Versuchsbedingungen und die während der einzelnen Versuchsstunden von mir beobachtete Lebensweise zu bemerken:

1) „Gewöhnliche Tage" heissen solche, an welchen Morgens 7 Uhr ein Schoppen[1]) Milch, von $^1/_2$8—$^1/_2$11 Uhr ein Schoppen Wasser, um 10 Uhr eine Semmel, und um 12 Uhr Mittags ein gewöhnliches Mittagessen mit $^1/_2$ Schoppen Wein, zwischen 1 und 2 Uhr eine Tasse Kaffee mit $^1/_2$ Schoppen Zuckerwasser eingenommen wurde.

2) „Hungertage" heissen solche, wo von Abends 6 Uhr bis den nächsten Abend um 6 Uhr bei sonst vollständiger Abstinenz blos alle 2 Stunden $^1/_2$ Schoppen Wasser getrunken wurde. Die Wassereinverleibung geschah auch Nachts, wenn ich von 2 zu 2 Stunden den Harn ansammelte.

Von den Versuchsreihen 1. und 2. theile ich hier blos diejenigen Versuchsstunden mit, deren Kenntniss zur Vergleichung mit den Versuchen der drei folgenden Reihen 3., 4. und 5. nöthig ist, und behalte mir die Schilderung der Harnstoffproduction in der gesammten 24stündigen Periode für eine spätere Mittheilung vor.

3) Bei der „Ueberschwemmung ohne Arbeit" wurde Morgens 4 Uhr der Nachtharn gelassen, um die Harnmenge von 4—6 Uhr isolirt zu bekommen. Um 8 Uhr wurden innerhalb 15 Minuten 2$^1/_2$ Schoppen Wasser und 1 Schoppen Milch ge-

1) 1 württ. Schoppen = 417,5 CCm.

trunken und der Harnstoffgehalt von je 2 Stunden bis 12 Uhr bestimmt.

4) Bei der „Ueberschwemmung mit Arbeit“ war der Gang des Versuches ganz wie bei den Versuchen sub 3., nur wurde als Arbeit ein zweistündiges, angestrengtes Gehen von 8¼—10¼ Uhr ausgeführt. — Da sich nach den ersten Versuchen eine bedeutende Verminderung der Harnmenge herausstellte, so wurde bei den Versuchstagen No. 3—6 um 9 und um 10 Uhr je ein Schoppen Wasser nachgetrunken.

5) Beim „Tetanus 1 Stunde“ wurde derselbe Gang des Versuchs eingehalten wie sub 3., nur wurden von 8¼—9¼ Uhr Morgens die Muskelcontractionen in der Weise ausgeführt, dass ich auf einem Sopha liegend, abwechselnd die Beuger und Strecker der Extremitäten, sowie theilweise die Muskulatur des Nackens, Rückens und Bauches in Spannung versetzte, und erst dann in eine andere Stellung überging, wenn Ermüdung eintrat, was ungefähr alle ½—¾ Minuten nöthig war.

6) Beim „Tetanus 2 Stunden“ wurden dieselben Muskelcontractionen von 8¼—10¼ Uhr Morgens ausgeführt, und bei sonstiger völliger Abstinenz von Morgens 4 Uhr bis Nachmittags 2 Uhr blos alle 2 Stunden ½ Schoppen Wasser getrunken — das Mittagessen erst um 2 Uhr eingenommen.

Die Wasserzufuhren entsprechen also genau denjenigen der „Hungertage“. Der Unterschied besteht also blos darin, dass ich das Abendessen nicht wie bei den „Hungertagen“ gänzlich ausfallen liess. Das mässige Abendessen zeigt sich übrigens auf den Harnstoff der Morgenstunden des folgenden Tags von keinem nachweisbaren Einfluss mehr, wie die Vergleichung der Harnstoffwerthe von 6—8 Uhr Morgens in den Versuchsreihen 2. und 6. deutlich zeigt. Ich kann demnach die Versuche dieser 6. Reihe mit denen der 2. Reihe ohne Bedenken vergleichen.

Dass die Beibehaltung der willkürlichen Muskelspannung eine oder selbst zwei Stunden hindurch keine geringe Anstrengung voraussetzt, brauche ich nicht zu bemerken; ich spürte die Nachwirkung meiner willkürlichen Tetani fast bis in die Abendstunden, indem ich mich merklich weniger kräftig, als gewöhnlich fühlte.

Bei dem Versuch am 9. Febr. (Tetanus 2 Stunden) wurde auch die Körpertemperatur gemessen und dieselbe um 8 Uhr (also vor der Muskelcontraction) = 37,0 in der Achselhöhle gefunden, während sie um 10 Uhr (gegen das Ende des Versuchs) 36,9 betrug, also eine Abnahme um 0,1° C. zeigte.

Tabelle I.

Mittelwerthe des Harnstoffs in Grammen.

Tageszeit.	6—8 Morg.	8—10	10—12	12—2	Zahl d. Versuchstage
1. Gewöhnliche Tage.	2,989	3,133	3,650	3,976	6
2. Hungertage.......	2,925	2,749	2,636	2,704	7
3. Ueberschwemmung ohne Arbeit.....	2,684	3,913	2,795	.	7
4. Ueberschwemmung mit Arbeit......	2,287	3,728	3,510	.	6
5. Tetanus 1 Stunde.	2,448	4,588	2,718	.	2
6. Tetanus 2 Stunden	2,266	3,392	2,621	2,603	2

Tabelle II.

Relative Harnstoffmengen, den Harnstoff von 6—8 Uhr Morgens = 1000 gesetzt.

Tageszeit.	8—10 Morgens.	10—12	12—2
1. Gewöhnliche Tage..........	1051	1226	1324
2. Hungertage................	940	902	924
3. Ueberschwemmung ohne Arbeit	1458	1043	.
4. Ueberschwemmung mit Arbeit.	1644	1540	.
5. Tetanus 1 Stunde...........	1872	1109	.
6. Tetanus 2 Stunden..........	1497	1157	1149

Tabelle III.

Mittlere Harnvolume in CCm.

Tageszeit.	6—8 Morg.	8—10	10—12	12—2
1. Gewöhnliche Tage............	94	110	188	216
2. Hungertage..................	251	182	154	216
3. Ueberschwemmung ohne Arbeit	117	763	336	.
4. Ueberschwemmung mit Arbeit.	85	425	527	.
5. Tetanus 1 Stunde............	105	1011	252	.
6. Tetanus 2 Stunden...........	126	280	165	348

Tabelle IV.

Relative Harnvolume, das Harnvolum von 6—8 Uhr Morgens = 1000 gesetzt.

Tageszeit.	8—10	10—12	12—2
1. Gewöhnliche Tage	1170	2000	2298
2. Hungertage....................	725	613	861
3. Ueberschwemmung ohne Arbeit.	6521	2872	.
4. Ueberschwemmung mit Arbeit..	5000	6200	.
5. Tetanus 1 Stunde.............	9629	2402	.
6. Tetanus 2 Stunden............	2222	1309	2762

Da auch von den Versuchsstunden 4—6 Uhr Morgens Harnstoffanalysen vorliegen, also von einer Zeit, die den Arbeitsstunden um 4—2 Stunden vorangeht, so halte ich die Angabe der betreffenden Zahlen für dienlich. In der nachfolgenden Tabelle habe ich die Werthe von 4—8 Uhr zusammengefasst, desgleichen die von 8—12 Uhr; letztere Periode umfasst also die 2stündige Arbeitszeit und die darauffolgende 2stündige Ruhezeit.

Tabelle V.

Tageszeit.	a. Mittelwerthe des Harnstoffs in Grammen. 4—8	8—12	b. Relative Harnstoffmengen, den Harnstoff von 4—8 = 1000 gesetzt. 8—12
1. Gewöhnliche Tage.	5,730	6,783	1206
2. Hungertage	5,586	5,385	964
3. Ueberschwemmung ohne Arbeit.....	5,321	6,708	1256
4. Ueberschwemmung mit Arbeit......	5,113	7,238	1422
5. Tetanus 1 Stunde.	4,619	7,307	1582
6. Tetanus 2 Stunden	4,384	6,013	1371

Auf die im Vorstehenden mitgetheilten Endwerthe der einzelnen Versuchsreihen lasse ich nun die Einzeltage der Versuchsreihen 3., 4., 5. und 6. folgen.

Tabelle VI.

Ueberschwemmung ohne Arbeit.

Tageszeit. Morgens.	Harnmenge in CCm.	Spec. Gew. b. 14° R.	Temp. der Luft.	Harnstoffgehalt in Grammen.	Proc.
		1. Tag. 5. Mai 1867.			
4—6	83	1020	.	2,009	2,42
6—8	100	1021	8	2,050	2,05
8—10	779	1003,5	8	3,056	0,55
10—12	527	1004,5	8	2,514	0,66
		2. Tag. 6. Juni 1867.			
4—6	53	1026	.	2,305	4,35
6—8	90	1021	13	2,700	3,0
8—10	910	1003	13,5	4,066	0,61
10—12	470	1008	13,5	2,587	0,95
		3. Tag. 11. Juli 1867.			
4—6	80	1019	.	2,464	3,08
6—8	120	1015	12	2,376	1,98
8—10	936	1005	12	4,671	0,83
10—12	364	1006	12,5	2,296	0,89
		4. Tag. 1. August 1867.			
4—6	140	1019	.	2,912	2,08
6—8	170	1019,5	10	3,026	1,78
8—10	716	1006	10,5	3,320	1,05
10—12	369	1008	12	3,391	1,43
		5. Tag. 8. August 1867.			
4—6	120	1020	.	2,724	2,27
6—8	148	1016	11	2,708	1,83
8—10	603	1007	12	3,281	1,27
10—12	280	1009	12,5	2,971	1,19
		6. Tag. 14. August 1867.			
4—6	110	1018	.	2,475	2,25
6—8	94	1023	13	2,529	2,69
8—10	844	1007	14	4,598	1,08
10—12	184	1009	14	2,669	1,79
		7. Tag. 15. August 1867.			
4—6	105	1023	.	3,570	3,40
6—8	100	1021	14	3,400	3,40
8—10	550	1004	14	4,400	0,80
10—12	159	1013	14	3,139	2,08

Tabelle VII.

Ueberschwemmung mit Arbeit.

Tageszeit. Morgens.	Harnmenge in CCm.	Spec. Gew. b. 14° R.	Temp. der Luft.	Harnstoffgehalt in Grammen.	Proc.
	1. Tag. 31. Mai 1867.				
4—6	48	1029	.	1,771	3,69
6—8	60	1028	14	2,070	3,45
8—10	430	1008	14	3,115	1,21
10—12	123	1011	14,5	2,752	2,25
	2. Tag. 20. Juni 1867.				
4—6	52	1030	.	1,399	2,69
6—8	60	1029	11	1,434	2,39
8—10	248	1008	11,5	4,654	2,78
10—12	70	1020	11,5	2,799	4,06
	3. Tag. 29. Juni 1867.				
4—6	100	1017		2,690	2,69
6—8	110	1017	11	2,629	2,39
8—10	499	1004	11	3,614	0,78
10—12	1072	1001	11	4,071	0,38
	4. Tag. 7. Juli 1867.				
4—6	170	1011	.	3,230	1,90
6—8	113	1017	13,5	2,250	2,08
8—10	534	1005	14	3,570	0,90
10—12	930	1001,5	14	3,583	0,41
	5. Tag. 21. Juli 1867.				
4—6	80	1024	.	2,158	2,71
6—8	76	1020	13	2,189	2,88
8—10	392	1005	14	2,897	0,84
10—12	525	1002	15	2,938	0,62
	6. Tag. 17. August 1867.				
4—6	118	1026,5	.	5,711	4,84
6—8	90	1027	13,5	3,150	3,50
8—10	448	1007,5	14	4,520	1,52
10—12	445	1007	14,5	4,917	1,11
	7. Tag. 7. Juni 1867. Gehen v. 6—8 Uhr.				
4—6	60	1027	.	3,150	5,25
6—8	35	1029	15	1,890	5,40
8—10	317	1012	15	4,725	3,42
10—12	126	1014	15,5	4,227	3,49

Tabelle VIII.

Tetanus 1 Stunde.

Tageszeit. Morgens.	Harnmenge in CCm.	Spec. Gew. b. 14° R.	Temp. der Luft.	Harnstoffgehalt in Grammen.	Proc.
	1. Tag. 30. November 1867.				
4—6	77	1016	.	2,310	3,00
6—8	70	1013	9	2,282	3,26
8—10	823	1002,5	10	4,016	0,75
10—12	218	1006	12	3,077	1,51
	2. Tag. 16. Februar 1868.				
4—6	66	1026	.	2,033	3,08
6—8	139	1024	4,5	2,613	1,88
8—10	1200	1003	8	5,160	0,43
10—12	286	1005	10	2,360	0,86

Tabelle IX.

Tetanus 2 Stunden.

Tageszeit. Morgens.	Harnmenge in CCm.	Spec. Gew. b. 14° R.	Temp. der Luft.	Harnstoffgehalt in Grammen.	Proc.
	1. Tag. 2. Februar 1868.				
4—6	58	1027	.	1,856	3,20
6—8	55	1023	.	1,650	3,00
8—10	160	1017	9	3,104	1,64
10—12	182	1006	10	2,785	1,53
12—2	426	1004	11	2,343	0,55
	2. Tag. 9. Februar 1868.				
4—6	70	1022	.	2,380	3,40
6—8	196	1017	.	2,881	1,47
8—10	400	1008	5	3,680	0,92
10—12	148	1010	11,5	2,457	1,66
12—2	270	1006	12	2,862	1,06

Schreiten wir nun zur Vergleichung der verschiedenen Versuchsreihen miteinander, so ergeben sich aus Tab. I. u. II. folgende Resultate:

1) Aus Reihe 3 und 4 (Ueberschwemmung ohne und Ueberschwemmung mit Arbeit): Es findet eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung während der Zeit der Bewegung statt, — relativ viel stärker aber ist dieselbe in der darauf folgenden 2stündigen Ruhezeit.

Wenn in Reihe 3 (ohne Arbeit) der Harnstoffwerth von 6—8 Uhr 2,68 Gramm betrug, um in Folge des Wassertrinkens um 8 Uhr in der Zeit von 8—10 Uhr auf 3,91 Gramm zu steigen, so wäre für Reihe 4 (mit Arbeit) ein Steigen des Harnstoffs von 2,28 Gramm (6—8 Uhr) auf 3,34 Gramm während der darauf folgenden 2stündigen Arbeitszeit zu erwarten; der Harnstoff zeigte aber im Endmittel einen Werth von 3,72 Gramm, stieg also während der Arbeit um mehr als 10% stärker, als wenn der Körper ruhig geblieben wäre. Mag dieser Unterschied auch als geringfügig erklärt werden, so ist das nicht mehr möglich gegenüber den Harnstoffwerthen in der der Arbeit nachfolgenden Ruhezeit. Nach Tab. II. zeigen in der Versuchsreihe 3. die Stunden vor 10—12 einen wenig grösseren Harnstoffwerth, als die Stunden von 6—8 Uhr; würde die Arbeit ohne Einfluss sein, so müsste in Reihe 4. dem Harnstoffwerth 2,28 Gramm (6—8 Uhr) für die Stunden von 10—12 eine Harnstoffmenge von blos 2,37 Gramm entsprechen. Statt dessen erhielt ich aber 3,51 Gramm, also eine Steigerung um beinahe 50%.

2) Aus Reihe 5. (1stündiger Tetanus) und Reihe 3.: In der die anhaltende Muskelspannung (8—9 Uhr) einschliessenden ersten Periode (8—10 Uhr) ergiebt sich eine erhebliche Vermehrung der Harnstoffausscheidung, und zwar um 40% in runder Zahl, — dagegen ist die Nachwirkung von 10—12 Uhr geringer als bei Reihe 4; immerhin aber ist der relative Harnstoffwerth etwas grösser, als in den Stunden von 10—12 Uhr der Reihe 3.

3) Die Versuchsreihe 6. (2stündiger Tetanus) ist aus früher angegebenen Gründen mit der Versuchsreihe 2. (Hungertage) zu vergleichen:

Die Zeit des Tetanus (8—10 Uhr) zeigt eine starke Vermehrung des Harnstoffs, während die Nachwirkung von 10—12 Uhr minder stark hervortritt. Ohne den Tetanus würde, nach

Analogie der Reihe 2 der Harnstoffwerth von 8—10 Uhr 2,12 Gramm betragen; er beläuft sich aber auf 3,39 Gramm, zeigt also die enorme Steigerung um 60%. Desgleichen wären in den beiden 2stündigen Perioden der dem Tetanus nachfolgenden Ruhezeit nach Analogie der Reihe 2 die Harnstoffwerthe 2,04 und 2,09 zu erwarten; ich erhielt aber 2,62 und 2,60 Gramm, also in runder Zahl um ein Viertel höhere Werthe.

4) Ganz dieselben Schlüsse erlaubt Tab. V. mit den 4stündigen Perioden: die Vergleichung der Reihen 4 und 5 mit Reihe 3 sowohl, als die der Reihe 6 mit Reihe 2, ergeben eine Vermehrung der Harnstoffausscheidung in den Versuchszeiten mit Arbeit.

Um einen näheren Einblick in unsere Versuchsresultate zu gewinnen, müssen wir zunächst die Wirkung der starken Wassereinverleibung auf Harnvolum, Chlornatrium und Harnstoffausscheidung untersuchen. Die nöthigen Anhaltspunkte hierzu liefert uns die Vergleichung der Versuchsreihe 3 mit Reihe 1.

1) Harnvolum.

	6—8	8—10	10—12
Reihe 1.	1000	1170	2000
Reihe 3.	1000	6521	2872

Diese Vergleichung ergiebt uns als erste Wirkung der Ueberschwemmung eine bedeutende Zunahme der Harnmenge in den ersten 2 Stunden nach der Einverleibung; aber auch in der folgenden Periode von 10—12 Uhr zeigt sich noch ein höherer Werth, als an den Normaltagen. Doch ist diese Zunahme 4 Stunden nach der Einverleibung des Getränks von der Art, dass sich annehmen lässt, die Harnmenge werde nach 6 Stunden jedenfalls zur Norm zurückkehren. Also fallen bei der gesteigerten Wasserzufuhr meine Versuchsstunden bis 12 Uhr in die Periode der gesteigerten Secretion.

2) Chlornatrium.

Ich beschränke mich hier auf die Angabe der Endmittel

in relativen Werthen, wobei für die Stunden von 6—8 der Kochsalzwerth = 1000 gesetzt wird.

	6—8	8—10	10—12
Reihe 1.	1000	1302	1963
Reihe 3.	1000	3013	2198

3) Harnstoff.

	6—8	8—10	10—12
Reihe 1.	1000	1051	1226
Reihe 3.	1000	1458	1043

Diese Erfahrungen beweisen, dass in Folge einer plötzlichen Wassereinverleibung das Wasser des Urins ungleich stärker zunimmt, als das Chlornatrium, während der Harnstoff die verhältnissmässig geringste, aber immer noch sehr merkliche Steigerung zeigt. In den Stunden von 8—10 Uhr hat gegenüber den Stunden von 6—8 bei gewöhnlicher Diät das Wasservolum zugenommen um 17%, der Chlornatriumwerth um 30%, der Harnstoffwerth um 5%; während die Steigerungen in Folge der Wassereinverleibung für das Wasser 552%, das Chlornatrium 200% und für den Harnstoff 45% betrugen.

Dagegen hat in den Stunden von 10—12 Uhr gegenüber den Stunden von 6—8 in Versuchsreihe 1 (gewöhnliche Diät) das Wasser zugenommen um 100%, Chlornatrium um 96%, Harnstoff um 22%; während die respectiven Werthe bei der Wassereinverleibung 187% (Wasser) — 119% (Chlornatrium) und 4% (Harnstoff) betragen.

Die Chlornatriumausscheidung sinkt also langsamer, als die Wasserausscheidung; beide Werthe sind aber immer noch höher, als in den Versuchen ohne Wassereinverleibung. Der verhältnissmässige Harnstoffwerth ist aber erheblich gesunken, im Vergleich zur Versuchsreihe 1. Die rasche Wassereinverleibung hat also den Effect, dass sie die Harnstoffausscheidung nur kürzere Zeit steigert und dieselbe viel früher, als dies bei den beiden anderen Harnbestandtheilen der Fall ist, in das Gegentheil umkehrt.

Demnach wird der Vorrath an Harnstoff, resp. an Harnstoffcomponenten durch die Wassereinverleibung rasch entfernt und der Körper dadurch ärmer an den genannten Bestandtheilen, wenn man nicht — was mir als das weniger Wahrscheinliche vorkommt — auf eine Steigerung der Harnstoffproduction während der Wassereinverleibung das Hauptgewicht legen will. Doch können auch beide Momente gleichzeitig bei der Steigerung der Harnstoffausfuhr in Frage kommen.

Bei gewöhnlicher Diät (Versuchsreihe 1) ist (s. Tab. II.) das Verhältniss des Harnstoffs in den Stunden von 8—10 Uhr durchschnittlich 1051, wenn die Harnstoffmenge von 6—8 Uhr = 1000 gesetzt wird. In der dritten Versuchsreihe ist dieses Verhältniss, in Folge der unmittelbar vorangegangenen Wassereinverleibung, in den einzelnen Versuchstagen (Tab. VI.) der Reihe nach: 1491—1506—1965—1097—1211—1818—1294, also ausnahmslos grösser als der Durchschnittswerth der normalen Versuchsreihe ohne Wassertrinken.

Für die Stunden von 10—12 dagegen ist die Verhältnisszahl des Harnstoffs im Durchschnitt 1226 (den Harnstoff von 6—8 Uhr wiederum = 1000 gesetzt). Die Versuche mit Was sereinverleibung bieten aber ausnahmlos geringere Werthe, nämlich der Reihe nach: 1226—958—966—1121—1097—1055—923, zum deutlichen Beweis, dass die in Folge der Wasserzufuhr gesteigerte Harnstoffausfuhr sehr bald in eine Minderung sich umkehrt.

Die vierte Versuchsreihe (Ueberschwemmung mit Arbeit) giebt nach Tab. II. in den Endmitteln grössere Harnstoffwerthe als die entsprechenden Stunden der dritten Reihe (Ueberschwemmung ohne Arbeit). Die relative Harnstoffzahl der Stunden von 8—10 Uhr verhält sich in den sechs einzelnen Versuchstagen der vierten Reihe (s. die absoluten Werthe unter Tab. VII.) der Reihe nach wie 1505—3244—1367—1587—1323—1435. Diese Werthe stehen dreimal über dem Durchschnittswerth (1458) der dritten Reihe; einmal findet annähernde Gleichheit statt und zweimal liefert der arbeitende Organismus sogar weniger Harnstoff, als der unter sonst gleichen Bedingungen stehende, aber nicht arbeitende. Im Allgemeinen

zeigt immerhin die Vergleichung der Einzelversuchstage der dritten und vierten Reihe eine Präponderanz der Harnstoffausscheidung während der Arbeit. So ist z. B. die minimalste relative Harnstoffzahl bei der Arbeit (1323) höher als die drei niedersten Harnstoffzahlen (1294 — 1211 — 1097) ohne Arbeit.

Vergleichen wir aber die relativen Harnstoffwerthe der Stunden von 10—12 in beiden Versuchsreihen, so ergiebt sich für die der Arbeit nachfolgenden Ruhestunden eine ausnahmslos höhere Harnstoffproduction. Die relativen Harnstoffwerthe von 10—12 sind in den sechs Versuchstagen der Reihe nach: 1329 — 1952 — 1549 — 1592 — 1342 — 1561; jeder dieser Werthe steht nicht blos hoch über dem Endmittel (1043), welches der relative Harnstoffwerth von 10—12 Uhr in Versuchsreihe 3 bietet, sondern es ist auch das Harnstoffmaximum 1226 (am ersten Versuchstag der dritten Reihe) noch erheblich niederer als das Harnstoffminimum 1329 (erster Versuchstag der vierten Reihe). Eine starke Nachwirkung der Muskelarbeit auf die Harnstoffausscheidung der nachfolgenden zwei Ruhestunden tritt somit in meinen Versuchen auf das Deutlichste hervor.

Die fünfte Versuchsreihe (Tetanus von 8—9 Uhr) zeigt relative Harnstoffwerthe (der Harnstoff von 6—8 = 1000) von 1760 und 1977 in den Stunden von 8—10, also viel höhere Zahlen als die dritte Versuchsreihe für dieselben Stunden im Endmittel (1458) bietet. In den Stunden von 10—12 Uhr betragen die relativen Harnstoffwerthe der fünften Reihe 1348 und 904, sehr schwankende Zahlen, die im ersten Versuchstag weit über, am zweiten unter dem gleichstündigen Endmittel (1043) der dritten Reihe stehen.

Die beiden Versuchstage der sechsten Reihe (Tetanus von 8—10 Uhr) zeigen für die Stunden des Tetanus Harnstoffverhältnisszahlen von 1880 und 1278, die erheblich höher sind als das 1194 betragende Endmittel des Harnstoffs in den gleichen Stunden der mit der sechsten Reihe vergleichbaren zweiten Versuchsreihe (Hungertage). Endlich ist das Harnstoffverhältniss in den dem Tetanus nachfolgenden zwei Stunden 1688 und 853, während das Endmittel der zweiten Versuchsreihe 902 beträgt.

Ich bin sorgfältig bemüht gewesen, in den miteinander zu vergleichenden Versuchsreihen alle sonstigen Bedingungen möglichst gleich zu machen, damit der Einfluss der Ruhe des Körpers und der Muskelarbeit, sowie des Tetanus, um so deutlicher hervortrete. Die Harnmenge steht freilich nur sehr annähernd in der Willkür des Experimentators. Reihe 3 zeigt (s. Tab. III) ein erheblich grösseres absolutes und (in Tab. IV.) ein merklich grösseres relatives, nämlich auf die zwei vorhergehenden Stunden bezogenes, Harnvolum als Reihe 4; die Secretionsbedingungen sind also zu Ungunsten der Versuchsreihe mit Arbeit und gleichwohl erhielt ich bei der Arbeit grössere Harnstoffwerthe im Endmittel, sowie auch in der Majorität der einzelnen Versuchstage. In Reihe 5 (Tetanus) ist dagegen das Harnvolum grösser als in den Stunden von 8—10 der Reihe 3; die Perspiration scheint demnach während der Arbeit viel mehr gesteigert zu sein, als während des Tetanus.

Die beiden ersten Versuchstage der vierten Reihe ergeben sehr kleine Harnvolume in den der Arbeit nachfolgenden beiden Ruhestunden; das relative Harnvolum von 10—12 beträgt in Versuchsreihe 3 im Endmittel 2872, wenn die Harnmenge von 6—8 = 1000 gesetzt wird. Die genannten beiden Versuchstage mit Arbeit lieferten relative Harnvolume für die Stunden von 10—12 von blos 1608 im Endmittel; deshalb trank ich, wie erwähnt, am dritten bis sechsten Versuchstag um 9 und 10 Uhr je einen Schoppen Wasser, um die Harnmenge nicht zu sehr sinken zu lassen. Der etwaige Vorwurf, durch diese Abweichung die Vergleichbarkeit der Versuche der vierten Reihe mit denen der dritten wesentlich gestört, d. h. die Harnstoffausscheidung während der der Arbeit nachfolgenden beiden Ruhestunden künstlich gesteigert zu haben, wird durch die Harnstoffwerthe, welche die beiden ersten Versuchstage der vierten Reihe von 10—12, trotz dieser geringen Harnmengen, lieferten, widerlegt. Versuch 1 ergab 2,75 Gramm, Versuch 2 2,79 Gramm Harnstoff; also Verhältnisszahlen (gegenüber der Stunde von 6—8) von 1392 und 1952. Der ersten Verhältnisszahl sehr nahe steht mit 1342 die Verhältnisszahl des fünften Versuchstages, während die zweite Verhältnisszahl 1952 über-

haupt die grösste der ganzen Versuchsreihe ist, d. h. an die kleinste Harmenge dieser Versuchsreihe war die grösste Harnstoffausscheidung gebunden.

Im siebenten Versuch der vierten Reihe (7. Juni 1867) verlegte ich die Muskelarbeit auf die Stunden von 6—8; bei sehr kleinem Harnvolum (35 CCm.) erhielt ich blos 1,89 Gramm, also erheblich weniger Harnstoff während der Bewegung, als wenn der Körper ruhig geblieben wäre. Das Wassertrinken (um 8 Uhr $3^1/_2$ Schoppen, während um 9 und 10 Uhr nichts getrunken wurde) steigerte aber die Harnstoffausscheidung in den darauf folgenden Ruhestunden, bei im Ganzen nur mässiger Zunahme des Harnvolums, in hohem Grade. Diese Erfahrung beweist deutlich, dass man bei den Versuchen über den Einfluss der Muskelarbeit auf die Harnstoffausscheidung, um sich vor Täuschungen zu bewahren, die Bedingungen so einrichten muss, dass die Harnmenge während der Bewegungszeit nicht unter ein gewisses Maass sinkt. Der stark perspirirende und athmende, arbeitende Organismus entzieht nicht blos den Nieren soviel Wasser, dass die Harnstoffausscheidung beeinträchtigt werden muss, sondern gestattet auch durch den Schweiss einer ohne Zweifel nicht unerheblichen Menge Harnstoff den Abzug nach Aussen. Stellen sich in der darauf folgenden Ruhezeit durch mässiges Wassertrinken die Secretionsbedingungen für die Nieren günstiger, so ist, wie meine Erfahrung zeigt, die Möglichkeit vorhanden, dass der während der Arbeit angesammelte Harnstoff resp. die Harnstoffcomponenten, alsdann durch die Niere ausgeschieden werden kann.

Ich glaube erwiesen zu haben, dass die Harnstoffausscheidung durch die Muskelarbeit eine sehr merkbare Steigerung erfährt und dass diese Steigerung in den der Arbeit nachfolgenden Ruhestunden besonders deutlich (mit einem Plus von beinahe 50%) hervortritt. Bei der anhaltenden willkürlichen Spannung der Muskeln sind die Nachwirkungen geringer, die Steigerung der Harnstoffproduction während der Muskelanstrengung aber viel grösser, als wenn der Muskel wirklich arbeitet, d. h. sich abwechselnd verkürzt. Heidenhain wies (s. dessen Schrift: Mechanische Leistung, Wärmeentwickelung

und Stoffumsatz bei der Muskelthätigkeit, Leipzig 1864) bei in Thätigkeit versetzten Froschmuskeln eine stärkere acide Reaction nach, wenn dieselben an der Verkürzung verhindert wurden, als wenn sie sich verkürzen konnten; er nimmt deshalb für den ersteren Fall überhaupt einen grösseren Stoffwechsel im Muskel an. Meine Erfahrungen bestätigen ebenfalls den Satz, dass die unproductive Muskelthätigkeit mehr Harnstoff erzeugt, als die mit Arbeit verbundene. Auch kann ich Leber's Erfahrung (Zeitschrift für rationelle Medicin Band 18. pag. 262) dass der thätige Froschmuskel viel weniger ermüdet, wenn er Gewichte hebt, als wenn er an der Verkürzung gehindert wird, durch die von mir beobachtete stark ermüdende Nachwirkung einer 1 oder 2stündigen, willkürlichen Muskelspannung bestätigen.

Der Musc. hyo- und genio-epiglotticus.

Von

PROF. DR. H. v. LUSCHKA
in Tübingen.

(Hierzu Taf. VI A.)

Von einigen früheren Schriftstellern wird dem Deckel des menschlichen Stimmorganes ein selbstständiger, paariger Muskel zugeschrieben, welcher in der Eigenschaft eines „Levator epiglottidis“ zwischen Zungenbein und Kehldeckel angebracht sein soll. Nachdem schon A. Vesal[1]) die ganz allgemein gehaltene Angabe gemacht hatte: „Duos musculos propemodum teretes ex media interiori ossis hyoidei sede explantatos et radici laryngis operculi insertos esse,“ constatirte später auch J. B. Morgagni[2]) und zwar ebenfalls ohne weitere Ausführung die Existenz eines solchen Muskelpaares, wobei er sich lediglich auf die Bemerkung beschränkte: „Namque ut dicere praetermittam de gemino epiglottidis levatore, qui nempe musculi in nobis non minus quam in bobus ovibusque positi sunt.“ Alle neueren Autoren nehmen keinen Anstand als Levator epiglottidis Morgagnii diejenigen Bündel der Genioglossi anzusprechen, welche an der elastischen Grundlage des Lig. glosso-epiglotticum medium ihre Anheftung finden, obschon dieselben

1) Opera omnia anatomica. Lugd. Bat. 1725. p. 213. Lib. II. Cap. XXI.

2) Adversaria anatomica I. 28.

an jenem Faserstreifen so auslaufen, dass schwerlich Jemand in ihnen einen paarigen Muskel erblicken wird. Uebrigens darf schon hier die Bemerkung nicht unterbleiben, dass erst später die mit dem genannten Ligamente in Verbindung tretenden Bündel des Zungenfleisches erkannt und von E. A. Lauth[1]) als „Musc. glosso-epiglotticus" zusammengefasst worden sind. Dass aber Morgagni nicht diese Fleischbündel gemeint haben kann, geht schon aus dem Umstande klar hervor, dass gerade sie bei den von ihm angeführten Thieren fehlen, während dagegen hier ein geminus epiglottidis levator in ausgezeichneter Stärke vorhanden ist. Nachdem jedoch auch die Richtigkeit der Existenz eines Musc. glosso-epiglotticus von mehreren Seiten in Zweifel gezogen worden ist, wird es unsere Aufgabe sein müssen, die Untersuchungen auf beide Muskeln auszudehnen.

1. Der Musc. hyo-epiglotticus.

Schon die in der älteren Literatur niedergelegten Angaben sprechen nicht zu Gunsten der Existenz dieses Muskels beim Menschen. Namentlich drückt sich J. B. Winslow[2]) sehr vorsichtig über sein Vorkommen aus, wenn er bemerkt: „Je n'ai pas eu occasion de l'examiner dans des sujets bien charnus; c'est pourquoi je ne suis pas bien assuré, que les fibres, qui vont de la convexité de la base de l'os hyoide à la convexité de l'épiglotte sont de véritables fibres charnues," während P. N. Gerdy[3]) die bestimmte Erklärung abgiebt: „Les muscles hyo-épiglottiques sont ordinairement nuls chez l'homme, mais sensibles chez le boeuf et d'autres gros animaux."

Auf Grundlage zahlreicher Untersuchungen bin auch ich in den Stand gesetzt zu versichern, dass beim Menschen kein Muskel existirt, der sich von irgend welchem Bestandtheile des Zungenbeines zum Kehldeckel begiebt. Zwischen beiden ist

1) Sur la structure du larynx et de la trachée artère. Mém. de l'acad. roy. de méd. T. IV. 1835. p. 112.

2) Exposition anatomique. Amsterdam 1743. Traité de la tête. p. 343.

3) Recherches, Discussions etc. Paris 1823. p. 22.

nur die gelbliche, vorzugsweise aus breiten elastischen Fasern bestehende Membrana hyo-epiglottica ausgespannt. Die mittlere Abtheilung dieser Haut, welche vom oberen-hinteren Rande des Zungenbeinkörpers ausgeht und den sogenannten Valleculae hinter der Zungenwurzel zur Grundlage dient, zeichnet sich nicht blos durch beträchtlichere Dicke, sondern auch dadurch aus, dass sich ihr Gewebe zu einem medianen Leistchen erhebt, das gegen das freie Ende der Cartilago epiglottidis spitz ausläuft und durch etliche Faserzüge auch mit dem Septum linguae zusammenhängt. Nach beiden Seiten hin verdünnt sich die Membrana hyo-epiglottica allmälig und erstreckt sich bis zu den Köpfchen der grossen Zungenbeinhörner, zwischen welchen und den Seitenrändern der Epiglottis sie mit einem nach hinten concaven Rande endet. Nur in höchst seltenen Ausnahmefällen fand ich [1]) etliche zarte Fleichbündel, welche longitudinal in den mittleren Bezirk jener Membran gleichsam eingewebt waren.

Während also beim Menschen das reguläre Vorkommen eines vom Zungenbeine zum Kehldeckel gehenden Muskelapparates in Abrede gestellt werden muss, tritt derselbe dagegen bei verschiedenen Thieren in einer so eminenten Ausbildung auf, dass er hier zu den stärksten Muskeln des Stimmorganes gezählt werden muss. Es mag genügen, die im Wesentlichen sich gleichbleibenden Eigenthümlichkeiten desselben nur beim Rinde in eingehende Betrachtung zu ziehen, weil auf dieses Geschöpf Morgagni's Angaben sich speciell beziehen. Seiner Darlegung müssen aber einige Bemerkungen über das Zungenbein des Rindes vorausgeschickt werden. Im Vergleiche mit dem Menschen erscheint es zunächst augenfällig, dass die Basis und die grossen Hörner ein Stück bilden, an welchem die Aequivalente der Cornua majora auch wohl als „Gabelfortsätze" unterschieden zu werden pflegen, indessen ein zapfenartiger, nach abwärts schauender Auswuchs des Mittelstückes als „Griff" bekannt ist. Die am meisten ausgebildeten Bestandtheile entsprechen den

1) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. Reihe. Bd. XI. Taf. III. Fig. 3.

kleinen Hörnern des menschlichen Zungenbeins, in Verbindung mit dem Lig. stylo-hyoideum und dem Griffelfortsatze, welcher bekanntlich ein ursprünglich dem Schädel fremder Theil ist, der nur durch Verwachsung des verknöcherten obersten Abschnittes des anfänglich in seiner ganzen Länge knorpeligen Zungenbeinsuspensoriums mit dem Schädel an den letzteren gelangt. Damit stimmt die vielfach beobachtete Thatsache überein, dass der Griffelfortsatz auch des erwachsenen Menschen noch durch Bandmasse mit dem Schädel beweglich verbunden und das Lig. stylo-hyoideum theilweise ossificirt sein kann. Treffen die beiden letzteren Umstände zusammen, dann besteht das menschliche Zungenbeinsuspensorium aus drei unter sich beweglich verbundenen Knochenstücken.

Dieses beim Menschen anomale Vorkommen ist beim Rinde und vielen anderen Säugern der stationäre Typus. Die beiden colossal entwickelten sogenannten Zungenbeinäste bestehen hier aus drei Stücken, von welchen das untere dem kleinen Horne vergleichbar und an der Grenze von Körper und Gabelfortsatz durch ein Gelenk angefügt ist. Das mittlere kürzeste Stück entspricht dem Lig. stylo-hyoideum, indessen das oberste längste den Processus styloideus repräsentirt und mit dem Zungenbeinfortsatze des Schläfenbeins durch Bandmasse zusammenhängt.

Beim Rinde ist der Zungenbein-Kehldeckel-muskel entschieden paarig, doch findet eine derartige Convergenz gegen die Epiglottis statt, dass die einander zugekehrten Ränder beider Muskeln sich schliesslich berühren und meist einen theilweisen Austausch ihrer Fasern erfahren. Der platte, anfangs 2 Cent. breite Musc. hyo-epiglotticus nimmt gegen sein Ende an Breite merklich ab, dagegen an Dicke dadurch einigermaassen zu, dass sich die Bündel medianwärts allmälig übereinander schieben. Seinen Ursprung gewinnt der Muskel an der Innenseite der unteren Abtheilung des Zungenbeinastes, steigt sodann über den vorderen Rand der Cartilago thyreoidea medianwärts empor, um endlich ein derbes zwischen diesem Rande und dem Kehldeckel liegendes Fettpolster zu überschreiten und sich kurzsehnig da am vorderen Umfange der

Cartilago epiglottidis anzusetzen, wo diese beginnt den Schildknorpel zu überragen.

2. Der Musc. genio-epiglotticus.

Im Gegensatze zu dem eben geschilderten Bestandtheile des thierischen Kehlkopfes kann dem Kinn-Kehldeckel-Muskel des Menschen keine Selbstständigkeit zugeschrieben werden, indem diejenigen Fleischfasern, welche zur Aufrichtung seines Kehldeckels dienen, Ausläufer des beiderseitigen Genioglossus sind. Dass aber einige Bestandtheile dieser Muskeln in eine nahe räumliche und funktionelle Beziehung zur Epiglottis treten, ist schon von B. S. Albin[1]) ganz unzweideutig dargelegt worden, indem dieser Forscher bemerkt: „Ubi autem genioglossus dexter sinisterque juxta posticam partem radicis linguae se contingunt et conjungunt, ibi vel ab iis, vel ab ipsa lingua assurgunt fibrae efficientes fasciculum sensim et exiliorem et angustiorem, qui per epiglottidis ligamentum medium incedens, pertinet ad illius dorsum eamque in priora erigit curvatque.“ Diese wohl begründete Angabe ist später zwar von den meisten Schriftstellern adoptirt, aber ganz irrthümlich mit dem von Morgagni aufgeführten, dem Menschen fehlenden Muskel identificirt worden. Andere Autoren, wie namentlich Fr. Wilh. Theile[2]) stellen den Zusammenhang von Fasern der Genioglossi mit dem Kehldeckel völlig in Abrede, indessen einzelne Beobachter[3]) die Meinung hegen, dass die mit dem Lig. glosso-epiglotticum medium in Verbindung stehenden Fleischbündel sich mit als Ursprung des Musc. longitud. linguae superior betrachten lassen.

Eine sorgfältige Zergliederung gewährt den bestimmtesten Aufschluss, dass ausser denjenigen Bündeln der Genioglossi, welche ihre Endigung in der Zunge erfahren, aus diesen Muskeln noch drei Gruppen von Fasern hervorgehen, welche mit

1) Historia musculorum hominis. Edid. Hartenkeil 1796. p. 207.

2) Die Lehre von den Muskeln. Leipzig 1841. S. 86.

3) Vgl. C. L. Merkel, Anatomie und Physiologie des menschl. Stimm- und Sprachorganes. Leipzig 1863. S. 958. Erklärung d. Fig. 71.

jenem Organe in keiner unmittelbaren Beziehung stehen. Die eine Gruppe heftet sich an den medialen Umfang des kleinen Zungenbeinhornes an, während die zweite an einen Sehnenbogen gelangt, welcher an ihrer hinteren Seite zwischen den medialen Enden der grossen Zungenbeinhörner ausgespannt ist. Der Bogen schliesst sich mittelst eines, bisweilen stellenweise Faserknorpelstreifen enthaltenden Gewebes innig an den oberen-hinteren Rand der Basis des Zungenbeines an, so dass man schon zureichenden Grund hat mit Blandin und Zaglas anzunehmen, dass keine Fasern der Genioglossi sich direct an das Corpus ossis hyoidei inseriren. Noch viel weniger aber ist man berechtigt der Angabe Ferrein's beizupflichten, welcher einen Theil der Faserung des Kinn-Zungenmuskels als „Genio-hyoideus superior" unterschieden und behauptet hat, dass derselbe an der ganzen oberen Hälfte der vorderen Fläche des Zungenbeinkörpers seine Anheftung finde.

Die dritte Gruppe von Fasern der Genioglossi, welche in der Zunge nicht endigt, taucht hinter der Wurzel aus ihrem Fleische auf, überschreitet den oberen Rand des Zungenbeinkörpers und setzt sich von beiden Seiten her unter sehr spitzen Winkeln an das Lig. glosso-epiglotticum medium an, welches ihnen daher als Sehne dient, durch die sie auf die Stellung des Kehldeckels Einfluss zu üben im Stande sind. Ohne Ausnahme schliessen sich lateralwärts an die den Musc. genio-epiglotticus constituirende Fleichfaserung die hintersten nach rückwärts convergirenden Bündelchen derjenigen Bestandtheile des beiderseitigen Musc. styloglossus an, welche, den Hyoglossus durchbrechend, in transversaler Richtung gegen das Septum linguae vordringen.

Aus dem Voranstehenden dürfte zur Genüge hervorgegangen sein, dass man zwar dem Genio-epiglotticus des Menschen eine mit dem Hyo-epiglotticus der Thiere übereinstimmende Wirkung zuschreiben und ihn im Gegensatze zu den als Depressor s. Reflector epiglottidis fungirenden Ary- und Thyreo-epiglotticus als „Levator epiglottidis" bezeichnen muss, denselben jedoch keineswegs mit dem von J. B. Morgagni mit dem letzteren Namen belegten Muskel identificiren darf.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I.

Der Musc. hyo-epiglotticus des Rindes. (2/3 natürl. Grösse.)

1. Kehldeckel. 2. Schildknorpel. 3. Körper des Zungenbeins. 4. 4. Aeste. a. untere, b. mittlere, c. obere Abtheilung der Zungenbeinäste. 5. Linker, 6. rechter Musc. hyo-epiglotticus.

Fig. II.

Der Musc. genio-epiglotticus des Menschen. (Natürl. Grösse.)

1. Kehldeckel. 2. Kleines, 3. grosses Horn des Zungenbeins. 4. Rücken der Zunge. 5. Septum linguae. 6. Ende der Pars epiglottica des Musc. stylopharyngeus. 7. 7. Musc. hyoglossus. 8. 8. Musc. styloglossus. 9. 9. Membrana hyo-epiglottica. 10. Lig. glosso-epiglotticum medium. 11. Zum kleinen Horne des Zungenbeines gelangende Bündel des Genioglossus. 12. An einen Sehnenbogen sich inserirende unterste Bündel der genioglosssi. 13. Den Musc. genio-epiglotticus darstellendes Bündel der Kinn-Zungenmuskeln. 14. 14. Vom Styloglossus herrührende Verstärkungsbündel des genio-epiglotticus.

Der Flexor digitorum pedis communis longus und seine Varietäten.

Von

THEODOR GIES
aus Hanau.

(Hierzu Taf. VIB.)

Der lange gemeinschaftliche Zehenbeuger ist schon seinem normalen Verhalten nach unstreitig einer der interessantesten, zugleich aber nicht leicht verständlichen Muskeln der unteren Extremität; unser Interesse für ihn wird dadurch noch mehr gesteigert und erhöht, dass er zahlreichen Varietäten unterworfen ist. Um so bereitwilliger leistete ich der Aufforderung von Seiten meines verehrtesten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. von Luschka, Folge, diesen Muskel zum Gegenstande einer kleinen Abhandlung zu machen, als die in der Literatur niedergelegten Angaben über denselben nicht völlig übereinstimmen, sei es, dass dies in einem wechselnden Verhalten des Muskels begründet ist, sei es, dass nicht die genügende Aufmerksamkeit von allen Seiten demselben zugewandt wurde. Weit entfernt von dem Glauben mit der genaueren Darlegung des Normalverhaltens des flexor dig. ped. comm. long. ein völliges Novum zu bringen, zog ich seine gewöhnliche Beschaffenheit deshalb in das Bereich der Untersuchung, weil der Aufführung von Varietäten eines Muskels die Darstellung seines gesetzmässigen Verhaltens nothwendig vorausgehen muss.

Von diesen Gesichtspunkten aus nehme ich keinen Anstand, nachstehende Zeilen der Oeffentlichkeit zu übergeben.

Der flexor digitorum pedis communis longus, welcher dem flexor digitorum profundus s. perforans der Hand verglichen zu werden pflegt, liegt unter sämmtlichen tiefen Wadenmuskeln, welche nach Wegnahme der oberflächlichen, in specie des triceps surae, popliteus und plantaris zur Ansicht kommen, am weitesten medialwärts. Derselbe begreift zwei an Grösse, wie Lage völlig verschiedene Portionen in sich, deren längere, von der Tibia entspringend, als caput longum s. tibiale, und eine kürzere, von der Fusswurzel aus, welche als caput breve s. plantare oder caro quadrata Sylvii auch accessoire du long fléchisseur des orteils nach Cruv. aufgeführt zu werden pflegt.

A. Das caput longum s. tibiale bietet eine sehr in die Länge gezogene, annähernd spindelähnliche Gestalt dar, mit dem Typus eines ganz gefiederten Muskels, welcher seine Lage in der Tiefe der hinteren Seite des Unterschenkels hat, wo er vom flexor hallucis longus theilweise überdeckt wird. Seinen Ursprung nimmt das caput longum oder der lange Zehenbeuger im engeren Sinne einerseits mit fleischigen Bündeln genau unter der Insertionsstelle des popliteus von der linea poplitea s. obliqua, welche Bündel sich weiter abwärts auf das zweite obere Viertel der medialen Kante der Tibia erstrecken und direct vom Knochen entspringen. Eine bei weitem ergiebigere Ursprungsfläche für den Muskel stellt sich uns andererseits in einem dünnen, fibrösen, sagittal gestellten Streifen entgegen, welcher, unter Bildung eines spitzen Winkels mit den fleischigen von der Tibia kommenden Muskelfasern gleichfalls von der linea obliqua seinen Anfang nimmt und durch einige feine sehnige Züge öfter mit der fascia poplitea im Zusammenhange steht. Im weiteren Verlaufe nimmt dieser fibröse Streifen, welcher in seiner grössten Breite 2—2½ Ctm. misst, seinen Ursprung von der äusseren, der Fibula zugekehrten Fläche der tibia, hat aber mit der membrana interossea gar nichts zu thun. Von diesem fibrösen Streifen entspringen reichliche Muskelfasern, um, indem sie unter spitzen Winkeln mit den direct von der tibia kommenden Fasern an der schon hoch oben auftre-

tenden Insertionssehne sich ansetzen, einen ganz gefiederten Muskel zu bilden. Auf den Rücken des Muskels entsendet der fibröse Streifen einige feine sehnige Züge, möglicherweise, um eine innigere Verbindung mit dem Fleische desselben einzugehen. Der fibröse Streifen, welcher also in dieser Weise an der Aussenseite des flexor digitorum longus sich abwärts zieht, bildet jetzt zwei Finger breit über dem malleolus internus eine Umschlagstelle, inserirt sich mit seinem Ende gänsefussartig auf der tibia, mit seinem anderen geht er unter Bildung eines Sehnenbogens, der mit seiner Concavität abwärts sieht, zu der Insertionssehne des flexor longus. Unter dieser Brücke oder Bogen, welcher einerseits von dem fibrösen Streifen an und für sich sowie den von ihm kommenden Muskelbündeln, andererseits von den an der medialen Kante der tibia entspringenden Fleischfasern gebildet wird, gleitet der tibialis posticus hinweg, so dass der flexor digit. long. an der dem tibialis post. zugekehrten Seite eine rinnenförmige Aushöhlung erfährt.

Betrachten wir nun den fibrösen Streifen in seinem Gesammtverhalten und erwägen wir, zu welchem Zwecke er wohl da angebracht ist, so stellen sich drei Aufgaben heraus, die er zu lösen hat. Einmal gewinnt der flexor digit. long. seine meisten Muskelbündel von ihm, sodann dient er zur Scheidewand zwischen diesem und dem tibialis posticus. Dass letzterer auch einige Muskelbündel von ihm bezieht, kann von keiner Bedeutung sein. Die Hauptaufgabe aber resultirt erst aus seinem eigenthümlichen schliesslichen Verhalten. Durch die Insertion, welche der fibröse Streifen mittelst zweier Zipfel auf der tibia erlangt, gewinnt der flexor dig. long. ein punctum fixum, sowie auch der tibialis post., indem der concave Sehnenbogen bei seiner Ueberbrückung mit der fascia des tibialis post. eine innige Verschmelzung erfährt; so dass also der durch den hohen Ursprung des caput longum möglicherweise entstehenden Abduction durch dieses punctum fixum schon einigermaassen begegnet wird und das caput plantare für seine Wirkung hierin einige Unterstützung findet.

Die Lage des tibialis post. zu dem flexor dig. long. ist in der Art wechselnd, dass der erstere bis zum Sehnenbogen

fibularwärts von dem letzteren liegt, hier aber, indem der flexor long. mit seinem concaven Muskelbauche den tibialis post. überbrückt, die Sehne des letzteren jetzt vollständig medialwärts zu liegen kommt. In der Rinne des Knöchels gehen beide Sehnen, von einer fibrösen Scheide festgehalten und einer Schleimscheide umschlossen, zur planta pedis, die des tibialis post., um sich mittelst eines Zipfels am os cuneiforme I., mittelst des andern am os cuneiforme III. zu inseriren, während die Sehne des flexor dig. long. sich nach aussen wendet, um zu den vier dreigliedrigen Zehen ihre Endsehnen zu entsenden. Die Sehne des caput long. kreuzt sich in der planta pedis mit der des flexor hallucis longus in der Art, dass, die Stellung der Fusssohle auf dem Boden angenommen, in der Gegend unterhalb des os cuneiforme III. die Sehne des gemeinschaftlichen langen Zehenbeugers unter der des flexor hallucis longus hinweggeht, bei welcher Gelegenheit die Sehne des letzteren Muskels ein starkes Bündel zu der des flexor dig. long. abgiebt, welches sich auf die Sehnen der zweiten und dritten Zehe gleichmässig vertheilt, oft auch grösstentheils oder gänzlich die Sehne der zweiten Zehe bildet, welche meist noch durch einen Sehnen-Ausläufer vom caput plantare verstärkt wird. Dicht vor der Kreuzungsstelle breitet sich die Sehne des caput longum etwas flächenartig aus, um sich in die vier, für die vier dreigliedrigen Zehen bestimmten Endsehnen zu theilen; hier verschmilzt dieselbe mit dem caput plantare s. breve. Die Sehnen des flexor digit. ped. communis longus verhalten sich analog wie die Sehnen des flexor digit. profundus s. perforans der oberen Extremität; es durchbohren die Sehnen des flexor digit. ped. comm. longus die Sehnen des flexor dig. ped. comm. brevis und gehen zu dem Nagelgliede der zweiten, dritten, vierten und fünften Zehe, in deren Periost sie pinselförmig ausstrahlen.

B. Das caput breve s. plantare, accessoire du long fléchisseur kommt nach Wegnahme des flexor digit. communis brevis, in Gestalt eines platten, vierseitigen Muskels zur Ansicht. Er ist viermal so lang als breit, hat seine Lage zwischen der Sehne des flexor hallucis longus und dem abductor digiti minimi und zieht in etwas schräger Richtung von hinten nach

vorn und einwärts. Man kann an diesem Muskel genau zwei Portionen unterscheiden, die eine medialwärts liegende mit fleischigem, die andere, mehr lateralwärts, mit sehnigem Ursprunge.

a. Die fleischig entspringende, medialwärts liegende Portion des caput breve s. plantare geht mit lose zusammenhängenden Bündeln von der medialen Fläche des calcaneus, genau unterhalb der Rinne für die Sehne des flexor hallucis longus aus, wird hier vom lig. laciniatum überdeckt und hängt öfter durch einige Muskelbündel mit demselben zusammen. An der äusseren Seite der Sehne des flexor hall. long. läuft die fleischige Portion hin, um sich in der Gegend unterhalb des os cuneiforme III. auf die untere Fläche der an dieser Stelle noch ungetheilten, aber schon etwas breiter gewordenen Sehne des caput longum zu legen und mit ihr zu verschmelzen. Ihr Fleisch erstreckt sich noch etwas weiter nach vorn, wodurch sie mit dem der musculi lumbricales zusammenstösst. Oefter auch geht diese Portion des Muskels eine Verschmelzung mit dem lig. calcaneo-naviculare ein.

b. Die zweite, sehnig entspringende, lateralwärts liegende Portion des caput plantare nimmt ihren Anfang mittelst eines dünnen, fibrösen Blattes oder Streifens von dem äusseren Plantarhöcker sowie der tuberositas calcanei, wird hier theilweise vom abductor digiti minimi überdeckt und zieht sich von hinten und aussen nach vorn und einwärts. Mit als Ursprungsfläche kann auch das lig. calcaneo-cuboideum für diese Portion angesehen werden, da sie öfter mit demselben eine innige Verschmelzung eingegangen hat. Nach vorn wird die Portion immer fleischiger und bildet für das Grössenverhältniss der gesammten caro quadrata einen ungewöhnlich dicken Muskelbauch, mittelst dessen sie die nach innen liegende Portion etwas überragt, um sich dann über die noch ungetheilte Sehne des caput longum zu schieben und mit ihr zu verschmelzen.

Die schiefe Richtung, welche gewöhnlich der caro quadrata in ihrem Verlaufe zugeschrieben wird, ist lediglich durch den schiefen Zug der nach aussen liegenden Portion mit tendinösem Ursprunge bedingt; diese zieht von aussen und hinten nach

vorn und einwärts, während die medialwärts liegende, mit Fleischfasern entspringende Portion völlig longitudinal verläuft und zwar annähernd in der Ebene, welche man sich durch die zweite Zehe und den calcaneus gelegt denkt.

Was nun die Wirkung des flexor digitorum pedis communis longus in seiner Gesammtheit betrifft, so ist dieselbe unter normalen Verhältnissen weniger, als die des tiefen Fingerbeugers der Hand, auf das Fassen und Umgreifen eines Gegenstandes berechnet, als vielmehr darauf, die Zehen etwas zu beugen, um auf glattem Boden durch Ankrallen an denselben einen festen, sicheren Gang zu erzielen. Durch den hohen Ursprung des caput longum sowie den schrägen Verlauf seiner Sehne zur planta pedis und in derselben, ist die Nothwendigkeit gegeben, der möglicherweise entstehenden Abduction durch Anordnung eines plantaren Kopfes zu begegnen, zu welchem Zwecke wir das caput breve in der That stets bereit finden. Daher die schräg nach vorn und einwärts verlaufende Portion dieses Muskels, um durch einen schiefen Angriffspunkt noch intensiver die abducirende Thätigkeit der Sehne des langen gemeinschaftlichen Beugers zu corrigiren.

C. Die Varietäten des flexor digitorum pedis communis longus.

Die nachfolgenden von mir angeführten Abnormitäten sind zum Theil in der Literatur bereits angegeben; mehrere wurden mir durch die Güte meines verehrten Lehrers, dem dieselben zur Beobachtung kamen, zur Verwendung überlassen, mehrere neue andere habe ich selbst beobachtet.

Die Varietäten des langen gemeinschaftlichen Zehenbeugers zerfallen in solche, welche das caput longum, und solche, welche das caput breve betreffen oder stellen Combinationen beider dar. Betrachten wir zunächst die Varietäten, welche das caput longum erfährt, so sehen wir:

1) eine Verdoppelung desselben in der Art, dass der accessorische Kopf von der fibula entspringt, um sich entweder mit der Sehne des langen Kopfes zu verbinden, in welchem Falle er das caput plantare völlig ersetzt, oder um sich mit der Sehne des caput breve zu vereinigen. (Vgl. Henle, Hand-

buch der Muskellehre, S. 290. Luschka, Anat. d. Glieder, S. 429.)

2) In einem von mir beobachteten Falle empfängt das caput longum vom tibialis posticus in der Art einen accessorischen Kopf, dass genau vor dem Uebergange zur planta pedis, oberhalb der beide Sehnen umhüllenden Schleimscheide, die Fasern des tibialis post. in einem 1—1½ Ctm. breiten, fleischigen Zuge zur Insertionssehne des caput longum gehen, hier also eine endliche Verschmelzung beider Muskeln stattfindet, analog dem Verhältnisse, welches öfter zwischen biceps brachii und brachialis internus vorkommt, wodurch der biceps gleichsam zu einem triceps brachii wird. Soviel mir bekannt, ist dieser Fall in der Literatur noch nicht aufgeführt.

3) Während die Sehne des flexor dig. long. in der planta pedis normalerweise von der des flexor hallucis long. ein Sehnenbündel erhält, zieht sich abnormerweise eine feine dünne Sehne von der des flexor dig. long. zu der des flexor hall. long., neben welcher sie frei hinläuft, um mit ihr erst in der Gegend des Metatarso-phalangen-Gelenkes zu verschmelzeu, wie Fig. I. erläutert.

4) Die Sehne des caput tibiale giebt vor ihrer Verschmelzung mit dem caput plantare zwei Muskelzüge ab, welche in Sehnen übergehen, die sich an dem Nagelgliede der vierten und fünften Zehe inseriren. Die mit dem caput plantare verschmolzene Sehne des flexor dig. long. giebt aber noch ihre normalen Sehnen für die vierte, sowie fünfte Zehe ab, so dass also die beiden abnormen als accessorische aufzufassen sind, wie Fig. III. erläutert.

5) Während normalerweise die ungetheilte Sehne des caput tibiale noch vor ihrer Vereinigung mit dem caput plantare von der Sehne des flexor hall. long. ein Fascikel empfängt, geht in einem Falle, den Fig. II. zeigt, schon gleich nach dem Eintreten der Sehne des flexor hall. long. in die planta eine Sehne von dieser ab, welche nach baldiger Spaltung sich mit der bereits getheilten, mit dem caput plantare vereinten Sehne des flexor dig. long. verbindet, um die Sehnen der zweiten und dritten Zehe zu bilden, sodass an der Bildung der Sehnen für

diese zwei Zehen der flexor dig. com. long. gar keinen oder nur den geringsten Antheil hat.

Gehen wir zu den Varietäten über, welchen das caput plantare unterworfen ist.

1) Vom unteren Theil der fibula entspringen abnormerweise Muskelbündel, die sich alsbald zu einer dünnen feinen Sehne vereinigen, welche zum dritten Gliede der kleinen Zehe geht. Während ihres Verlaufes in der planta stellt sich ein eigenthümliches Verhalten zwischen der caro quadrata und dieser Sehne heraus. Dieser Muskel tritt nämlich direct an die Sehne heran und geht zum Theil in dieselbe über, während er seiner Hauptmasse nach unter ihr hinweg zum flexor dig. long. geht, welcher in diesem Falle keine Sehne für die kleine, sondern nur für die zweite, dritte und vierte abgiebt. (Siehe Luschka, Anat. d. Glieder S. 429.)

2) Das caput plantare entspringt mitunter mit einer Anzahl von Muskelbündeln von dem unteren Viertel der hinteren Seite der tibia, welche unter Bildung einer feinen Sehne mit der medialwärtsliegenden normalen Portion des caput plant. sich vereinigen. (Vgl. Luschka, Anat. d. Glieder S. 429.)

3) Die nach aussen liegende Portion des caput breve, welche tendinösen Ursprungs ist, besteht oft nur aus wenigen Fasern oder fehlt gänzlich. (Vgl. Theile, Muskellehre, S. 356.)

4) Das caput plantare tritt durch eine feine Sehne mit der des flexor hall. long. in Verbindung. (S. Theile ebendas.)

5) Die Sehne des caput plantare, welche für die kleine Zehe bestimmt ist, hat mit der Sehne des flexor dig. brevis eine innige Verschmelzung erlitten, sodass hier von einem chiasma tendinum nicht mehr die Rede ist.

6) Alle vier Endsehnen des flexor dig. ped. com. longus verschmelzen mit jenen des flexor dig. brevis. (Vgl. Hyrtl's Anatomie S. 495.)

7) Für die fünfte Zehe geht von der medialwärts liegenden Portion des caput plantare eine Sehne ab, welche die des flexor dig. ped. com. longus, sowie die des flexor dig. brevis ersetzt.

8) Von der unteren Fläche der Sehne des flexor dig. ped.

com. long. nach seiner Vereinigung mit dem caput plantare gehen Fascikel zur Sehne des flexor digitor. brevis. (S. Henle, Muskellehre, S. 297.)

10) Die Beugesehne der zweiten Zehe wird durch ein Fascikel gebildet, welches nur von der caro quadrata Sylvii stammt. (Vgl. Hyrtl ebendas.)

Erklärung der Abbildungen.

Fig. I.

Linker Unterschenkel und Fuss von der hinteren Seite des Scelettes und von der planta pedis aus gesehen zur Darlegung der normalen Verhältnisse des gesammten flexor dig. ped. communis longus.

1. Mit dem tibialen Muskelbauche des flexor d. p. com. long. in Verbindung stehender fibröser Streifen. 2. Insertionsstelle desselben. 3. Sehnenbogen. 4. Caput longum s. tibiale. 5. Musc. tibialis posticus. 6. Caput plantare s. breve. 7. Medialwärts liegende Portion desselben fleischigen Ursprungs. 8. Laterale Portion, tendinösen Ursprungs. 9. Verschmelzung mit dem caput longum. 10. Sehne des flexor hallucis longus.

Fig. II.

Scelet des linken Fusses von der planta aus gesehen.

1. Sehne des flexor dig. ped. com. longus. 2. Sehne des flexor hallucis longus. 3. Zwei abnorme, von der Sehne des flexor hallucis longus, ausgehende Sehnenstreifen zu der zweiten und dritten Zehe.

Fig. III.

Scelet des linken Fusses von der planta aus gesehen.

1. Sehne des flexor dig. ped. com. longus. 2. Sehne des flexor hallucis longus. 3. Zwei abnorme Muskelzüge von der Sehne des flexor dig. ped. com. longus zur vierten und fünften Zehe gehend, welche diejenige Abtheilung des flexor digitor. brevis ersetzen, die in diesem Falle jenem Muskel fehlt.

Anatomische Untersuchungen über den Bau der Araneiden.

Von

Dr. Reinhold Buchholz und Dr. Leonard Landois,
Privatdocenten zu Greifswald.

(Hierzu Taf. VII. u. VIII A.)

I.
Ueber den Spinn-Apparat von Epeira diadema.

In dem verflossenen Herbste haben wir gemeinschaftlich Untersuchungen über den anatomischen Bau der Arachniden angestellt, welche indess noch nicht für alle Organsysteme zum vollkommenen Abschlusse gekommen sind, weshalb mir die Resultate unserer Beobachtungen in einzelnen auf einander folgenden Abhandlungen mittheilen werden.

Der Gegenstand der vorliegenden Mittheilung ist der anatomische Bau der Spinnorgane von Epeira diadema, über welche unsere Untersuchungen bereits zu Ende geführt sind.

Es sind diese Organe allerdings von so zahlreichen Forschern näher untersucht worden, dass unsere Kenntniss von denselben vielleicht zu einem befriedigenden Abschluss gelangt zu sein scheinen könnte, indessen finden sich selbst der ausgezeichneten Beschreibung, welche H. Meckel[1]) von dem Bau dieser Organe gegeben hat, noch mancherlei Ergänzungen und

1) Müller's Archiv 1846. p. 50.

Berichtigungen hinzuzufügen, selbst nachdem vor Kurzem eine Abhandlung von H. Oeffinger[1]) über diesen Gegenstand erschienen ist. Letzterer Beobachter bestätigt im Allgemeinen sämmtliche Angaben H. Meckels, ohne die irrthümlichen Angaben jenes Beobachters zu berichtigen.

Wir gehen zunächst zu der Betrachtung des inneren drüsigen Theiles des Spinnapparates über, welcher bei Epeira bekanntlich eine äusserst mächtige Entwickelung besitzt.

Die ersten einigermaassen genauen Angaben über die verschiedenen Drüsenformen rühren von H. Meckel her, welcher auch zum ersten Male die eigenthümliche Ausmündung der verschiedenen Drüsen in besonderen Ausmündungsapparaten der Spinnwarzen im Wesentlichen richtig erkannt hat.

Indessen giebt dieser Forscher eine zu grosse Anzahl verschiedenartiger Drüsenformen an, indem er nicht weniger als fünf verschiedene Arten von Drüsen unterscheidet, während in Wirklichkeit nur drei Formen derselben vorhanden sind.

I. Die birnförmigen (blasenförmigen) Drüsen; [Glandulae aciniformes H. Meckel].

Der Anzahl nach prävaliren sie bedeutend über die übrigen Formen, indem für jede Spinnwarze gegen hundert derselben vorhanden sind, wenngleich sie an Umfang und an Menge des gelieferten Secretes wohl kaum die weniger zahlreichen, beträchtlich grösseren beiden anderen Drüsenarten übertreffen möchten, vielleicht sogar ihnen nachstehen. Die Anordnung dieser kleinen Drüsen in rundliche der Basis der Spinnwarze naheliegende Drüsenlappen ist von H. Meckel bereits hinreichend genau geschildert worden. Die Form der einzelnen Drüsen anlangend, so bilden sie länglich ovale, birnförmig gestaltete Blasen von 0,22 MM. Länge.[2]) An dem unteren Ende verjüngen sie sich allmählich, um in einen anfangs breiteren, dann sehr eng werdenden langen Ausführungsgang sich fortzusetzen, von denen ein beträchtliches Bündel in das Innere der

1) Archiv f. mikrosc. Anatomie v. M. Schultze 1866. p. 1.
2) S. Fig. 2.

Spinnwarze hineintritt. Die Wandung der Blase enthält eine einfache Zellenschicht, welche polygonal abgeflacht erscheinen und einen Durchmesser von 0,020 MM. bis 0,024 MM. besitzen. Sie enthalten runde blasse Kerne von 0,012 MM. Durchmesser und eine Menge kleiner Tröpfchen, die aus einer stark lichtbrechenden Substanz bestehen, welche in ihrer Erscheinung ganz mit der Spinnsubstanz im Innern der Ausführungsgänge übereinstimmt. Diese drüsige Wandung umschliesst einen weiten mittleren Hohlraum, der ganz mit zähflüssiger Spinnsubstanz ausgefüllt ist. Der Ausführungsgang, welcher aus dieser Drüse hervorgeht, beginnt dicht oberhalb des halsförmig verengerten unteren Abschnittes derselben mit einer hier plötzlich scharf abgeschnittenen, ziemlich starken chitinisirten Intima und erscheint als die unmittelbare Verlängerung des Lumens der Drüse, während die drüsige Zellenschicht sich noch eine Strecke weit kappenförmig über den Anfang des Ausführungsganges verlängert. Derselbe besitzt am Ursprunge einen Durchmesser von 0,024 MM., verschmälert sich aber sehr bald nach dem Austritte aus der Drüse bis auf 0,01—0,12 MM., mit welcher Breite er unverändert bis zu seiner Ausmündungsstelle an dem Spinnröhrchen verläuft. Oeffinger giebt das Vorhandensein des Drüsenepithels als einen Ausnahmefall an, während man sich doch mit Leichtigkeit an jedem Präparate von dem Vorhandensein der Drüsenzellen überzeugen kann.

II. Die cylindrischen Drüsen; [glandulae ampullaceae und cylindricae H. Meckel].

Dieselben sind von H. Meckel als zwei verschiedenartige Formen unterschieden worden, je nachdem sie gegen den Ausführungsgang hin mit einer ampullenartigen Erweiterung versehen sind, oder nur einfache cylindrische Schläuche darstellen. Wir müssen das Vorhandensein letzterer Form in Abrede stellen, indem eine schwächer oder stärker ausgebildete Ausdehnung gegen den Ausführungsgang hin in allen Fällen bei denselben wahrzunehmen ist, was wohl auf eine schwächere oder stärkere Anfüllung der Drüse mit Spinnsubstanz zurückzuführen ist.

Die cylindrischen Drüsen sind in ziemlich beschränkter Anzahl vorhanden, indem jederseits vier derselben vorhanden sind. H. Meckel giebt irrig sechs derartige Drüsen jederseits an, welches von Oeffinger bestätigt wird. Ihre Form ist im Wesentlichen von den früheren Beobachtern richtig beschrieben worden, so dass wir darüber kurz hinweggehen können.

Sie stellen sehr lange einfache cylindrische Schläuche dar[1], welche von der Wurzel der Spinnwarze bis vorn neben die Lungen sich erstrecken und daselbst umbiegend mit mehrfachen welligen Biegungen bis zu ihrem Ursprunge zurückkehren. Vollkommen ausgestreckt erreichen sie ziemlich die Länge des Thieres selbst, wovon etwa der dritte Theil auf den ausserordentlich langen Ausführungsgang kommt, welcher mit doppelter Schlingenbildung zwischen dem unteren Ende der Drüse und der Spinnwarze verläuft, so dass er gerade ausgestreckt die Länge des eigentlichen Drüsenabschnittes noch übertreffen würde.

Der drüsige Abschnitt bildet vom hinteren Ende an einen ziemlich gleich breit bleibenden sehr langen cylindrischen Schlauch, welcher an dem Ende mit einfacher abgerundeter Spitze aufhört. Derselbe enthält ein verhältnissmässig sehr weites inneres Lumen, welches mit stark lichtbrechender Spinnsubstanz vollkommen angefüllt erscheint. An seinen Wandungen erkennt man gleichfalls eine einfache Schicht von Drüsenzellen, deren Durchmesser 0,020—0,024 MM. beträgt. Sie sind vollkommen wie die Zellen der birnförmigen Drüsen beschaffen und in gleicher Weise mit einer grossen Anzahl glänzender Tröpfchen von Spinnsubstanz erfüllt. Nach dem Ausführungsgange hin erweitert sich der Drüsenschlauch ganz allmählich und geht in eine elliptische ampullenartige Erweiterung über, aus welcher der Ausführungsgang hervorgeht. Der Bau dieser ampullenartigen Anschwellung stimmt gänzlich mit demjenigen des cylindrischen Abschnittes überein und wird diese Anschwellung vielleicht durch die Anhäufung der Spinnmaterie in dem unteren Theile der Drüse hervorgerufen, welche die Ampulle

1) S. Fig. 1. e.

vollkommen ausfüllt. Der Ausführungsgang beginnt, wie bei den birnförmigen Drüsen, an dem unteren verjüngten Ende der Ampulle mit scharf abgesetzter, stark chitinisirter Intima, an welcher Stelle das Drüsenepithel ebenfalls scharf begränzt aufhört. Dasselbe ist an seinem Ursprunge 0,065 bis 0,070 MM. breit und läuft, sich anfangs ziemlich rasch verjüngend, bis in die Gegend der Wurzel der Spinnwarze hin, um abermals schlingenförmig zurücklaufend zu der Ampulle zurückzukehren. Hier macht er, nachdem er an der äusseren Wandung der Ampulle äusserlich noch eine Strecke weit gegangen ist, eine zweite schlingenförmige Umbiegung nach abwärts, um nach der Wurzel der Spinnwarze zurückzukehren und in dieselbe eindringend zu endigen. Die beiden soeben geschilderten Schlingen des Ausführungsganges liegen während ihres Verlaufes in einer sehr zarten bindegewebigen äusseren Hülle, welche als eine unmittelbare Fortsetzung von der Ampulle ihren Ursprung nimmt und dicht an der Wurzel der Spinnwarze scharf abgeschnitten aufhört. Zellige Bildungen liessen sich in dieser äusseren Umhüllung dieses Ausführungsganges nicht erkennen.

Oeffinger hält dieses soeben geschilderte, von H. Meckel ganz richtig angegebene Verhalten des Ausführungsganges für ein zufälliges und von der Präparationsmethode herrührendes, was jedoch ganz irrig ist, da dasselbe in allen Fällen ganz constant zu beobachten ist. Eine Verschiedenheit des Verhaltens bei den glandulae cylindricae und ampullaceae, wie sie H. Meckel angiebt, findet allerdings nicht statt.

III. Die baumförmigen Drüsen; [glandulae aggregatae H. Meckel].[1]

Von diesen Drüsen sind nicht, wie H. Meckel angiebt, jederseits nur zwei, sondern jederseits fünf vorhanden, von welchen vier auf der hinteren und eine auf der mittleren Spinnwarze ausmünden. Oeffinger bestätigt zwar ebenfalls das Vorhandensein von zwei derartigen Drüsen, indessen kann man sich von dem Vorhandensein der von uns angegebenen Zahl

---

1) S. Fig. 1. c.

mit Sicherheit überzeugen, da die Ausführungsgänge dieser Drüsenform von den Ausführungsgängen der beiden anderen Drüsenarten wesentlich verschieden sind und mit Leichtigkeit bis in die Spinnwarzen verfolgt werden können. Die Form dieser Drüsen als grosse, mehrfach gelappte Drüsenmassen, ist im Allgemeinen von H. Meckel richtig beschrieben worden. Die einzelnen Lappen des Drüsenkörpers zeigen eine grosse Anzahl taschenförmiger, blindsackartiger Ausstülpungen, welche mit weiter Oeffnung mit dem Lumen des Drüsenkörpers communiciren. Die Angabe jenes Beobachters dagegen, dass das secernirende Parenchym desselben einen röhrigen Bau besitze und aus zahlreichen Canälen sich zusammensetze, wie dieses auch von Oeffinger bestätigt wird, müssen wir als dem Sachverhalte nicht entsprechend bezeichnen. Dem Volumen nach übertreffen diese Drüsen die beiden andern Drüsenformen ziemlich erheblich, so dass sie wohl das grösste Quantum von Spinnsubstanz zu liefern scheinen. Der Structur nach stimmt das Drüsenparenchym im Wesentlichen mit den anderen Drüsenarten überein, indem die Wandungen des Drüsenkörpers sowohl, als auch der Blindsäcke eine einschichtige Lage polygonaler Drüsenzellen erkennen lassen. Diese Zellen sind denjenigen der cylindrischen und birnförmigen Drüsen sehr ähnlich, indessen durchschnittlich von etwas beträchtlicherem Durchmesser: bis 0,036 MM. Länge. Dabei erscheinen sie oft langgezogen und polygonal. Sie enthalten gleichfalls runde Kerne von 0,012—0,016 MM. Durchmesser mit Kernkörperchen von 0,002—0,003 MM. Breite. Sie sind ebenfalls mit zahlreichen feinen Tröpfchen von Spinnsubstanz erfüllt. Der Ausführungsgang geht, wie dieses H. Meckel und die früheren Beobachter richtig angeben, mit einem etwas trichterförmig erweiterten Ende aus der Mitte des Drüsenkörpers hervor. Derselbe hat bald nach seinem Austritt aus der Drüse einen Durchmesser von 0,160 MM. und verschmälert sich gegen die Spinnwarze hin sehr allmählich bis auf 0,04 MM. Derselbe besteht aus einer äusseren Umhüllung, welche in der Mitte des Ganges zu einer drüsigen gelbbraunen Belegungsmasse entwickelt ist und aus einer sehr stark entwickelten chitinisirten Intima, welche an der Inser-

tionsstelle des Ganges an den Drüsenkörper scharf abgeschnitten aufhört. Der Ausführungsgang erscheint in seiner ganzen Länge vielfach spiralig gewunden, ohne indessen derartige rücklaufende Schlingen zu bilden, wie die Ausführungsgänge der cylindrischen Drüsen. Die äussere Hülle erscheint an den beiden Enden des Ganges, sowohl gegen den Drüsenkörper hin, als auch gegen die Spinnwarze zu, durchsichtig und enthält hier zahlreiche rundliche oder leicht polygonale Zellen, welche gegen das Drüsenende hin 0,020 MM., an dem unteren Ende des Ganges 0,016 MM. Durchmesser haben und mit runden zarten Kernen versehen sind. Sehr eigenthümlich gestaltet sich der mittlere Abschnitt dieser drüsigen Belegungsschicht des Ausführungsganges, indem dieselbe sich hier stark verdickt und in zahlreichen rundlichen Höckern an der Aussenseite prominirt. Gleichzeitig nimmt diese drüsige Schicht hier eine ziemlich stark bräunliche Färbung an, welche gegen die beiden Enden des Ganges sich verliert. H. Meckel giebt den Bau dieses verdickten Drüsenbelages nicht ganz richtig an, indem er denselben aus einer grossen Zahl kleiner Blindsäckchen, welche dem Gange aufsitzen und mit dem Innern der Intima communiciren beschreibt. In gleicher Weise äussert sich Oeffinger und bildet (a. a. O. Fig. 19) sogar die Canäle der Blindsäcke, wie sie in das Lumen der Intima einmünden, ab. Es ist indessen sehr leicht, sich davon zu überzeugen, dass der Canal der Intima ein vollkommen scharf begrenztes und durchaus allseitig geschlossenes Rohr darstellt, von welchem keinerlei Fortsätze in die Belegungsmasse vorkommen. Untersucht man die Höcker des Drüsenbelages genauer[1]), so ergiebt sich, dass dieselben nicht hohl sind, sondern im Innern gänzlich mit kleinen rundlichen Zellen von 0,010 MM. angefüllt sind. Die Intima selbst zeigt anscheinend keine weitere Structur, doch verhielt sie sich insofern eigenthümlich, als sie bei der Präparation mit Nadeln mehrfach in einen spiralförmigen Faden sich abrollte.

Ausser diesen drei soeben geschilderten Drüsenformen werden von H. Meckel noch zwei andere angegeben, indem er

1) S. Fig. 4.

einmal die cylindrischen in ampullenförmige und einfach cylindrische unterscheidet, was, wie bereits erwähnt, nicht berechtigt ist. Zweitens lässt er jederseits noch eine sogenannte knollige Drüse vorhanden sein, welche aus verzweigten, stellenweise knollig angeschwollenen Schläuchen bestehen soll. Wir haben diese Drüse, deren Vorhandensein von Oeffinger bestätigt wird, indessen niemals auffinden können und müssen ihr Vorhandensein deshalb in Abrede stellen.

II.
Die Spinnwarzen.

Was den äusseren ausleitenden Theil des Spinnapparates anbetrifft, so liegen bekanntlich die sechs Spinnwarzen bei Epeira in einem kleinen, etwa kreisförmigen Felde unmittelbar unterhalb der Analöffnung.[1]) Sie stellen im Allgemeinen konische Bildungen dar, welche gelenkig mit der Oberfläche des Körpers artikuliren und in der Weise gegen einander convergirend zusammengelegt sind, dass die Spinnfelder dabei in unmittelbaren Contact mit einander kommen. Die hinteren oder oberen Spinnwarzen[2]) stehen mit ihrem Ursprunge ziemlich weit von einander entfernt unmittelbar hinter dem Rande der halbmondförmigen Klappe, welche die Afteröffnung verdeckt. Sie sind in horizontaler Richtung gegen einander beweglich, wobei das länglich ovale Spinnfeld auf das entsprechende der mittleren Spinnwarze zu liegen kommt. Sie sind von länglich cylindrischer Form und gegen das freie Ende hin konisch abgerundet und nicht, wie von H. Meckel und Oeffinger irrthümlich angegeben wird, dreigliedrig, sondern bestehen aus zwei Gliedern, indem das Endglied von dem ziemlich grossen Spinnfelde gebildet wird. Letzteres ist von dem cylindrischen Basalstücke durch eine schräg verlaufende starke Einschnürung getrennt, welche an dem hinteren Rande viel weiter nach der Basis zu sich verlängert als an dem vor-

---

1) S. Fig. 5.
2) S. Fig. 6.

deren oder unteren Rande, so dass das Spinnfeld hier sehr viel weiter nach dem Basaltheile hin verlängert erscheint, als an dem vorderen Rande. Es stellt das Spinnfeld hier eine schräg abgestutzte elliptische Fläche dar, welche an der inneren Seite der Spinnwarze befindlich ist.

Der Basaltheil ist von cylindrischer Form und gegen das Spinnfeld hin schon allmählich verjüngt. An dem unteren Rande befindet sich eine Reihe längerer starker Borsten, welche mit eigenthümlichen, seitlichen, kurzen zackigen Fortsätzen gefiedert erscheinen. Ebenso befindet sich auf der inneren Oberfläche an der Grenze des verlängerten Spinnfeldes eine Gruppe derartiger kürzerer steifer einfacher Borsten.

Das Spinnfeld enthält einmal eine beträchtliche Anzahl der Spinnröhrchen, deren Anzahl im Ganzen auf 120 zu schätzen ist und deren Bau späterhin genauer beschrieben werden wird. Ausserdem befinden sich auf dem Spinnfelde fünf grössere zapfenförmige Ausmündungsapparate der cylindrischen und baumförmigen Spinndrüsen. Die von dem hinteren Rande ausgehende, sich weit nach der Basis hinab verlängernde Fortsetzung des Spinnfeldes wird von einer mehrfachen Reihe sehr verlängerter und dicht gedrängt stehender Spinnröhrchen eingenommen, während die Spitze und die mittleren Theile des Spinnfeldes nur sehr kurze Spinnröhrchen tragen. Von den zapfenförmigen Ausmündungsröhren stehen vier dicht neben einander in Eine Gruppe vereinigt, ziemlich im Mittelpunkte des Spinnfeldes, während eine getrennt davon in dem hinteren Theile des Spinnfeldes gelegen von den langen Spinnröhrchen verdeckt erscheint. Von den vier ersteren Zapfen sind drei die Ausmündungen von baumförmigen Drüsen, während einer derselben, und zwar der dritte von der Spitze aus, einer cylindrischen Drüse angehört. Der isolirt stehende hintere Zapfen ist ebenfalls zu einer baumförmigen Drüse gehörig.

H. Meckel lässt irrthümlicher Weise in diesen Zapfen zwei baumförmige und drei cylindrische Drüsen ausmünden.

Die Ränder des Spinnfeldes erscheinen ausserdem mit

starken gefiederten Borsten, welche zwischen den Spinnröhrchen hervorragen, besetzt.

Die mittleren Spinnwarzen[1]) liegen unmittelbar unter der Analöffnung; sie sind von dreiseitig pyramidaler Form. Ihre Basis ist nach vorn gerichtet, während ihre dicht an einander liegenden Spitzen unmittelbar der Analklappe zugekehrt sind. Sie sind nicht, wie von H. Meckel angegeben wird, zweigliedrig, sondern nur einfach, indem sich ein von dem Spinnfelde gesondertes Basalstück nicht vorfindet. Das Spinnfeld ist von dreiseitiger Form und nimmt beinahe die ganze äussere Fläche der Warze von der Basis bis zur Spitze hin ein. Es enthält eine beträchtliche Anzahl langer Spinnröhrchen, deren Anzahl sich auf etwa 150 annähernd schätzen liess. Ausserdem befinden sich auf demselben drei zapfenförmige Bildungen, von welchen zwei dicht neben einander auf der Spitze der Warze befindlich sind und cylindrischen Drüsen angehören; ein etwas dahinter befindlicher Zapfen bildet die Ausmündung einer baumförmigen Drüse. An der Basis, sowie an dem inneren Seitenrande befinden sich hier ebenfalls längere Borsten.

Die vorderen Spinnwarzen[2]) sind von plumperem conischem Bau und von den oberen und mittleren Spinnwarzen durch einen längeren Zwischenraum getrennt. Sie stossen mit dem inneren Rande ihrer Basis unmittelbar an einander und sind hier nur durch ein zungenförmig, lanzettförmiges braunes Chitinblättchen getrennt. Sie artikuliren schräge von Aussen und Vorn nach Hinten und Innen, wobei sich ihre Spitzen mit dem kleinen Spinnfelde auf die mittleren Spinnwarzen legen. Sie bestehen aus einem grossen konischen Basalstück, von welchem das terminale kleine Spinnfeld durch eine Einschnürung und eine braune chitinige Umsäumung abgegränzt ist.

Das Basalglied ist von konischer Form mit sehr breiter Basis und ist an seinen beiden Seitenrändern mit mehrfachen Borstenreihen besetzt. Das Endglied ist von kappenförmiger Gestalt und nicht vollkommen von dem Spinnfelde eingenommen,

---

1) S. Fig. 7.
2) S. Fig. 8.

indem ein mittlerer abgerundeter Theil desselben sich durch eine ziemlich breite chitinisirte Einfassung von demselben abgrenzt, innerhalb deren die Spinnröhrchen befindlich sind. Auf dem Spinnfelde befindet sich eine Anzahl von 60—70, durchgehends sehr kurzer Spinnröhrchen und ein grösserer Zapfen, welcher einer cylindrischen Drüse angehört. Es wird der Ursprung dieses Zapfens von einem Paar chitinisirter Streifen eingefasst, welche von dem Saume des Spinnfeldes ihren Ursprung nehmen. Gleichzeitig befindet sich nahe an dieser Stelle der Insertionspunkt einer sehr starken und langen Sehne, welche an der Furche zwischen Basaltheil und Endglied mit der chitinisirten Umsäumung des Spinnfeldes verschmilzt. Diese Sehne geht etwas oberhalb der Wurzel der Spinnwarze in einen starken Muskel über, welcher die Bewegung der Warze gegen die übrigen hin bewerkstelligt. Der chitinige Rand des Spinnfeldes ist ebenfalls mit einer einfachen Reihe starker Borsten versehen.

Sämmtliche Spinnwarzen enthalten, wie H. Meckel richtig hervorhebt, eine grosse Anzahl von Muskelfasern in sich, die sowohl die Bewegung der Warzen im Ganzen, als auch der einzelnen Spinnröhrchen auf den Warzen vermitteln. Durch die Annäherung der Spinnfelder an einander und Verflechtung der Spinnröhrchen geht die Bildung eines einfachen Fadens von Statten, während beim Auseinanderspreitzen der Spinnwarzen und Röhrchen es der Spinne möglich ist, gleichzeitig eine grosse Masse Fäden von sich zu geben, wie letzteres namentlich beim Anfertigen der Eicocons und beim Einwickeln gefangener Insecten in ihrem Netze vorkommt.

Der feinere Bau der Spinnröhrchen bedarf noch einer etwas näheren Besprechung, da die darüber gemachten Angaben in manchen Punkten nicht zutreffend sind.

Die gewöhnlichen Spinnröhrchen stellen cylindrische röhrenförmige hornige Bildungen dar und bestehen aus einem kürzeren oder längeren Basalcylinder, dessen Wandungen stark bräunlich gefärbt sind und einem damit verbundenen viel schmäleren und durchsichtigen Ansatzstücke, welches in eine sehr feine und mit einer Oeffnung versehene Spitze ausläuft. Die Form dieser in grosser Menge auf sämmtlichen Spinnfeldern

stehenden Spinnröhrchen, in welche allein die birnförmigen Drüsen ausmünden, ist nicht an allen Spinnwarzen ganz gleich, indem namentlich diejenigen der vorderen Warzen merklich anders gebildet sind, als die der beiden hinteren Warzenpaare. Wir wollen daher zunächst diejenigen der hinteren Spinnwarze näher in Betrachtung ziehen.

Bei diesen[1]) bildet das Basalglied überall ein regelmässig cylindrisches, nicht verjüngtes Rohr, welches an dem äusseren Ende, da wo sich das Ansatzstück mit demselben verbindet, quer abgeschnitten erscheint. Diese Absatzfläche ist, wie Fig. 9 darstellt, in der Mitte vollkommen gerade und flach, nach dem Rande hin hingegen leicht ausgeschweift. Der Rand derselben erscheint bei sehr starker Vergrösserung sehr stark und glatt, wonach H. Meckels Angabe, dass derselbe ausgezackt sei, zu berichtigen ist. Ganz unverständlich aber ist es, wie Oeffinger daran eine förmliche Bewimperung sehen und abbilden konnte. Die Basis des Rohres ist mit einer ringförmigen, ebenfalls braunen Verdickung der Oberfläche der Warze angefügt, in ganz ähnlicher Weise, wie auch sonst Borsten- und Haarbildungen mit Chitinringen der Haut aufsitzen.

In das Basalrohr tritt der Ausführungsgang je einer birnförmigen Drüse und ist darin vollkommen gerade verlaufend bis zur Endfläche zu verfolgen, woselbst derselbe aufhört, als eigener Canal zu existiren und in die Höhlung des Ansatzstückes übergeht. Das Ansatzstück hat bei den längeren Röhren ungefähr die halbe Länge des Basalrohres und sitzt der Absatzfläche desselben gerade im Centrum auf. Das Ansatzstück ist von einem ziemlich geräumigen, an dem Ende sehr fein auslaufenden Hohlraume durchzogen, der an der Spitze mit einer sehr kleinen runden Oeffnung ausmündet. Die Dicke des aus diesen Spinnröhrchen hervorkommenden einzelnen Fadens liess sich auf etwa 0,001 MM. messen. Oeffinger's Angabe, dass die Wandung des Basalcylinders nach Behandlung mit Aetzkali in zellenartige Bildungen sich auflöse, wie sie auch aus den übrigen Haarbildungen durch dieselbe Behandlung sich

1) S. Fig. 9.

erzeugen liessen, ist als vollkommen irrthümlich zurückzuweisen, da diese Chitinabscheidungen niemals aus zelligen Elementen gebildet sind. Dass natürlich der Inhalt des Basalcylinders beim Kochen mit Kalilauge in bläschenartige körnige Moleküle zerfällt, ist vollkommen selbstverständlich. — Die soeben geschilderte Form der Spinnröhrchen erleidet nur insofern an den verschiedenen Stellen des Spinnfeldes Abänderungen, als der Basalcylinder eine sehr verschiedene Länge besitzen kann, indem namentlich die centralen Theile der Spinnfelder mit sehr kurzen Röhren bedeckt sind. Das Ansatzstück bleibt dagegen bei diesen verschiedenen Längen des Basalstücks von unveränderter Länge. — Etwas abweichend von dieser gewöhnlichen Form sind dagegen diejenigen Spinnröhrchen gebildet, welche auf der vorderen Spinnwarze befindlich sind. Bei diesen (siehe Fig. 10) besteht das Basalstück ans einem kurzen mehr konischen Abschnitt, der sich von der etwas breiteren Basis gegen das Ende zu merklich verjüngt. Dieses konische Basalstück ist mit einer stark concav ausgehöhlten Endfläche versehen, deren einer Rand etwas stärker hervorragt, als der entgegengesetzte. Der Rand erscheint sehr zugeschärft und vollkommen glatt. Das Ansatzstück ist beinahe doppelt so lang, als das konische Basalstück und nicht, wie bei den zuvor beschriebenen Spinnröhrchen, gerade, sondern etwas gekrümmt. Es sitzt der ausgehöhlten Endfläche des Basalcylinders im Centrum auf.

Die Spinnzapfen sind im Allgemeinen kürzere und dickere zapfenförmige Bildungen, als die soeben besprochenen Spinnröhrchen. Es unterscheiden sich diejenigen, welche den cylindrischen Drüsen angehören, dadurch von denjenigen der baumförmigen Drüsen, dass sie ein längeres und beträchtlich schlankeres Endstück besitzen, während im Wesentlichen der Bau aller dieser Bildungen ein ziemlich übereinstimmender ist. Bei der nun folgenden Beschreibung legen wir Fig. 11 zu Grunde, welche die Ausmündung einer cylindrischen Drüse auf der Spitze der mittleren Spinnwarze darstellt. Es besteht der Spinnzapfen ebenso, wie die Spinnröhrchen, aus einem Basalstück, welches von braunen Chitinwandungen gebildet wird und einem darauf befindlichen cylindrischen, gegen die Spitze hin

etwas zugespitzt erscheinenden Ansatzstücke. Der Zusammenhang des Ausführungsganges mit diesem Zapfen ist ein ziemlich eigenthümlicher und complicirter, als sich dies nach den bisherigen Angaben erwarten liess. Zunächst erkennt man mit Hülfe einer guten, sehr starken Vergrösserung, dass die chitinisirte Wandung des Ausführungsganges keineswegs einfach ist, sondern aus zwei durch einen Zwischenraum getrennten Membranen besteht. Die äussere dieser Membranen ist von ansehnlicher Dicke und lässt bis zu der Stelle hin, wo sie mit der Chitinwandung des Basalgliedes sich verbindet, eine sehr feine senkrechte Querstreifung erkennen, was vielleicht auf eine Zusammensetzung aus eng aneinander liegenden Spiralfasern hinweist, worauf auch die schon früher angedeutete Zerreissung der Intima in einen spiralig gewundenen Faden bei den baumförmigen Drüsen hindeutet. Diese äussere Chitinhülle durchsetzt den unteren Theil des Basalgliedes und verbindet sich gegen die Spitze desselben in folgender Weise mit der Chitinwandung desselben. Die äussere Chitinwandung des Basalgliedes bildet nämlich an dem Ende desselben, an der Stelle, wo sich das Ansatzstück anfügt, einen eigenthümlichen Umschlag nach Innen und Hinten, wodurch eine etwa kragen- oder ringförmige Verdickungsschicht an dieser Stelle gebildet wird. An diesen umgeschlagenen Rand hinan lässt sich das Ende der äusseren Hülle des Ausführungsganges verfolgen, welches keine senkrechte Querstreifung mehr zeigt und hier mit dem umgeschlagenen Rande des Chitinsaumes verschmilzt. Ausserdem bildet diese äussere Hülle dicht unterhalb des ringförmigen Chitinsaumes einen ähnlichen Umschlag, wie der Chitinsaum des Basalstückes selbst, nach Innen, vermittelst dessen sie sich an die innere Hülle des Ausführungsganges anlegt und mit ihr verschmilzt. Die innere Membran des Ausführungsganges ist von der soeben beschriebenen radiär senkrecht gestreiften durch einen nicht unbeträchtlichen Zwischenraum getrennt und erscheint selbst bei den stärksten Vergrösserungen nur als eine sehr zarte Membran. Sie durchsetzt die ringförmige Chitinverdickung, welche das Ende des Basalgliedes bildet und tritt unmittelbar in das Endglied über, bis zu dessen Spitze sie sich als ein, anfangs breiter, gegen das Ende sich verschmälernder

Canal verfolgen lässt. Das Endstück selbst entspringt von der ringförmigen Verdickung des Basalgliedes als eine unmittelbare Fortsetzung der Ränder desselben und erscheint von dem Basalgliede keineswegs so scharf abgesetzt, wie dies bei den eigentlichen Spinnröhrchen der Fall ist. Seine Wandungen bestehen aus einer ziemlich dicken homogenen und durchsichtigen Cutikularschicht, woran sich keine weitere Structur erkennen lässt. Der als die Verlängerung der inneren Hülle des Ausführungsganges erscheinende Canal mündet auf der Spitze mit einer einfachen runden Oeffnung.

Greifswald, den 1. Februar 1868.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die drei Formen der Spinndrüsen, in die hintere Spinnwarze ausmündend. (Mittlere Vergr.) a. Gruppe birnförmiger Drüsen zu einem Drüsenläppchen vereinigt. b. Bündel von Ausführungsgängen derselben, in die Spinnwarze eintretend. c. Baumförmige Drüse. d. Ausführungsgang derselben mit dem bräunlichen drüsigen Belage. e. Cylindrische Drüse. f. Ampullenartige Erweiterung derselben. g. Anfang des Ausführungsganges aus der Ampulle. h. Die Schlingen des Ausführungsganges in eine äussere, von der Ampulle entspringende Hülle eingeschlossen. i. Hintere Spinnwarze.

Fig. 2. Einzelne birnförmige Drüse stark vergrössert. (Hartnack, Syst. 8. Oc. 3.)

Fig. 3. Drüsenzellen aus der Wandung einer cylindrischen Drüse stark vergr. (Hartn. Syst. 8. Oc. 3.)

Fig. 4. Ein Stück des mittleren Abschnittes des Ausführungsganges einer baumförmigen Drüse. (Hartn. Syst. 8. Oc. 3.) a Der Canal der Intima. b. Die mit runden Zellen erfüllten von der äusseren Hülle gebildeten Hervorragungen.

Fig. 5. Die 6 Spinnwarzen in situ, ganz auseinandergelegt, schwach vergrössert. a. Halbmondförmige Analklappe. h. Hintere, m. Mittlere, v. Vordere Spinnwarze. b. Lanzettförmiges Chitinblättchen zwischen den beiden vorderen Spinnwarzen.

Fig. 6. Hintere Spinnwarze, stark vergrössert. (Hartn. Syst. 7. Oc. 3.)

Fig. 7. Mittlere Spinnwarze. Vergr. dieselbe.

Fig. 8. Vordere Spinnwarze. Vergr. dieselbe. a. brauner Chi-

tinsaum, der das Spinnfeld abgrenzt. b. Sehne des Beugemuskels der Spinnwarze. c. Ausführungsgang der cylindrischen Spinndrüse.

Fig. 9. Spinnröhrchen von der gewöhnlichen Form von der hinteren Spinnwarze. Sehr stark vergrössert 2000 : 1.

Fig. 10. Spinnröhrchen von der vorderen Spinnwarze. 2000 : 1.

Fig. 11. Spinnkegel, in welchen eine cylindrische Drüse mündet von der Spitze der mittleren Spinnwarze. 2000 : 1. a. Basalglied. b. Endstück. c Umschlag der Chitinwandung des Basalstückes, eine ringförmige Chitinverdickung an der Spitze desselben bildend. d. Aeussere Membran der Chitinwand des Ausführungsganges, mit senkrechter Streifung. e. Innere Membran des Ausführungsganges in den Canal des Endgliedes übergehend.

Ueber die Endigung des N. opticus.

Von

W. Krause,
Professor in Göttingen.

(Zweiter Artikel, Fortsetzung.[1])

II. Anatomisches.

In den Aussengliedern der Stäbchen des Frosches hatte Ritter (1859) eine in der Axe verlaufende feine Faser beschrieben, welche seitdem die Ritter'sche Faser genannt worden ist. Dieselbe wurde von Manz (1860) und Schiess (1863) bestätigt, die, wie Ritter, an Chromsäure-Präparaten untersuchten. Hensen (1867) sah im frischen Stäbchen-Querschnitt von der Fledermaus einen dunklen centralen Punkt, den M. Schultze (1866) zuerst bei der Maus und beim Meerschweinchen wahrgenommen hatte, und meinte denselben auf die Ritter'sche Faser beziehen zu können. Letztere ist nicht zu verwechseln mit der im historischen Theil dieser Abhandlung erörterten Axenfaser in den Innengliedern, welche Terminalfaser des N. opticus genannt worden ist.

Die Stäbchen des Frosches zeigen im frischen Zustande auch eine zarte Längsstreifung ihrer Aussenwand, welche von Hulke (1864) als eine der ersten Veränderungen, die nach dem Tode eintreten, gedeutet worden ist. M. Schultze (1867)

1) S. dieses Archiv 1867. S. 243 u. 643.

sah diese Längsstreifung ebenfalls bei Triton, Salamandra maculata und beim Hecht. Nach letzterem Beobachter kann die Streifung durch die ganze Dicke des Stäbchen-Aussengliedes reichen; Hensen (1867) dagegen fand an Osmiumsäure-Präparaten im Querschnitt der Froschstäbchen mitunter drei in der Axe verlaufende Fasern.

Hannover (1840) hatte ferner an den Aussengliedern eine Querstreifung beobachtet, durch welche dieselben in Scheiben oder Plättchen wie die quergestreiften Muskelfasern zerfallen. Diese seitdem jedem Mikroscopiker bekannte Erscheinung deutete M. Schultze (1867) als ein im Leben bestehendes Structur-Verhältniss, und es wurde eine Theorie der Licht-Perception darauf gegründet.

Nach eigenen Untersuchungen sind die Aussenglieder der Stäbchen (und der Zapfen) einfache homogene, wesentlich cylindrische Gebilde ohne alle Structur. Auch hier wie in so vielen anderen Fällen ist die Untersuchung am ganz frischen Präparat ohne Zusatz als die mit dem Stäbchen-Aussenglied in endosmotischem Gleichgewicht stehende Glaskörperflüssigkeit desselben Thieres entscheidend. Ein Jeder kann mit Leichtigkeit constatiren, dass unter diesen Umständen sich die Aussenglieder so verhalten, wie oben angegeben wurde. Alle Angaben über einen complicirten Bau derselben stellen in Wahrheit nur Schilderungen der mannigfaltigen Veränderungen dar, welche sie durch Anwendung unpassender oder eingreifender Agentien erleiden. Die Erscheinungen, welche die verschiedenen Beobachter gesehen haben, sind sämmtlich leicht zu bestätigen; durch die gegebene Erklärung aber lösen sich eben so leicht die auffallenden Widersprüche, welche in der Annahme von einer oder drei Axenfasern einerseits, und einer Plättchenstructur andererseits, unzweifelhaft enthalten sind.

Die Bedeutung der Opticus-Ellipsoide, welche in den Zapfen und Stäbchen vorkommen, konnte nicht erörtert werden, ohne die Vorfrage zu beantworten, ob die Stäbchen und Zapfen in anatomischem Zusammenhange mit den Fasern des N. opticus stehen. Unerwarteter Weise ergab die Verfolgung der Stäbchen- und Zapfenfasern nach den inneren Schichten der

Retina hin, dass dieselben mit Ausläufern von Zellen zusammenhängen. Diese Zellen bilden eine von Lücken unterbrochene Membrana fenestrata der Retina, wie sie von mir[1]) genannt worden ist. Die Zellen sind gross, multipolar, namentlich bei jüngeren Thieren kernhaltig. Die Lücken finden sich sowohl in den Zellen selbst, als zwischen ihren unter einander verschmelzenden Ausläufern. Nach aussen stehen die Zellen mit den bekanntlich kegelförmigen inneren Enden der Stäbchen- und Zapfenfasern in Verbindung, nach innen mit den Endigungen der bindegewebigen Radialfasern, welche sich andererseits an die Membrana limitans interna inseriren. Die Zellen der Membrana fenestrata sind gegen verdünnte Säuren und Alkalien, gegen die verschiedenartigsten Reagentien, sowie gegen Fäulniss resistent, und zufolge ihres chemischen Verhaltens wie ihrer anatomischen Continuität jedenfalls bindegewebiger Natur.

Die Membrana fenestrata kommt unzweifelhaft allen Wirbelthieren zu. Beobachtet wurde sie unter den Säugern beim Menschen, Affen (Cercopithecus sabaeus), Hund, Schaf, Rind, Kaninchen, Katze; unter den Vögeln bei Falco buteo, Astur palumbarius, Strix noctua, Huhn; unter den Amphibien bei Lacerta agilis und beim Frosch. Bei den Fischen ist sie ebenfalls vorhanden, aber ausserdem eine nach innen gelegene zweite Zellenschicht, die Membrana perforata genannt werden kann, weil sie von den durchtretenden Radialfasern perforirt wird. Die Membrana fenestrata ist auch in der Macula lutea und an den Ora serrata vorhanden; sie fehlt nur in der Fovea centralis.

Eine Zwischenkörnerschicht in dem bisher angenommenen Sinne als feingranulirte Masse oder als netzförmiges, zum Theil flächenhaft fasriges Bindegewebe existirt also nicht. Der Anschein einer solchen ist durch den Umstand vorgetäuscht worden, dass die Zellen der Membrana fenestrata platt sind. Sie haben beim Menschen 0,0015 Mm. Dicken-, 0,012 Mm. Flächendurchmesser; die Lücken oder Fenster sind oval oder rundlich, von

1) W. Krause, Götting. Nachrichten. 19. Febr. 1868. No. 7.

0,0038—0,0057 Mm. In denselben liegen die äussersten Körner der inneren Körnerschicht, welche sich von den übrigen, wie es scheint, in mehrfacher Hinsicht unterscheiden. Die Membrana fenestrata besteht aus einer einfachen Zellenlage, was schon daraus hervorgeht, dass sie keinen grösseren Dickendurchmesser besitzt, als die Zellen selbst. Die bisherige Annahme einer dickeren Zwischenkörnerschicht beruht zum Theil auf dem Umstande, dass bei den Säugern die inneren Anschwellungen der Stäbchenfasern so klein sind, dass sie bei schwächeren Vergrösserungen punktförmig erscheinen.

Die Zellen der gefensterten Membran sind bei Fischen längst bekannt; sie wurden schon von Vintschgau (1853) gesehen. Aber auch bei höheren Thieren fehlt es nicht an Andeutungen. Mit Bestimmtheit wurden Zellen in dieser Gegend bei der Schildkröte, bei Vögeln (1864), dem Rinde und Menschen wahrgenommen, worüber weitere Mittheilungen in einer besonderen Schrift erfolgen sollen.

Die Erkenntniss des Zusammenhanges der Zellen der Membrana fenestrata nach innen und nach aussen hin bildet ein entscheidendes Moment für die Auffassung des Baues der Retina überhaupt. Aus dem Vorhandensein dieser Membran erklärt sich sehr einfach die bekannte Spaltbarkeit der Retina an dieser Stelle, wodurch sie in ein äusseres und ein inneres Blatt zerfällt. Der Zusammenhang zwischen Membrana fenestrata und der Limitans externa wird, wie gesagt, durch die Zapfen- und Stäbchenfasern vermittelt. Die Radialfasern gelangen nicht weiter als bis zu der ersteren, und Fortsetzungen nach der Membrana limitans externa hin kommen höchstens ausnahmsweise vor. Um aber die Function der äusseren Retina-Schichten mit Sicherheit festzustellen, erschien es gerathen, auch noch einen anderen Weg als den anatomischen und zwar den des Experimentes einzuschlagen.

Durchschneidet man beim Kaninchen den N. opticus in der Augenhöhle, so wird die Pupille erweitert und unbeweglich; die Circulation in der Retina aber bleibt ungestört, falls keine Nebenverletzungen angerichtet wurden. Tödtet man das Thier nach mehreren Wochen, so findet man alle Theile des Auges

unverändert und ebenso die meisten Schichten der Retina. Die Aussen- und Innenglieder der Stäbchen und Zapfen, die äusseren Körner mit ihren characteristischen Querstreifen, die Radialfasern u. s. w. bleiben sämmtlich vollkommen normal, während die Nervenfasern fettig entarten. Letzteres zeigt sich an dem peripherischen Stumpf des N. opticus, an den Bündeln doppeltcontourirter Fasern desselben in der Retina, aber auch an den einfach contourirten Fortsetzungen der letzteren, welche zum grösseren Theile die Nervenfaserschicht in der Retina des Kaninchens ausmachen.

Nach diesen Erfahrungen kann die Stäbchenschicht u. s. w. nicht mehr als nervös angesehen werden, da sie nach Resection des N. opticus unverändert bleibt. Für die Erkenntniss der Opticus-Ellipsoide ist aber die Retina des Kaninchens nicht geeignet und es war daher erforderlich, sich an die Vögel zu wenden. In derselben Weise beim Huhn angestellte Experimente zeigten sofort, dass auch die Zapfen- und Stäbchen-Ellipsoide, sowie die blassen Axenfasern der Innenglieder nach Resection des N. opticus unverändert bleiben, mithin nicht mehr für die Nerven-Endorgane gehalten werden können.

Gegen dieses überraschende und den über die Stäbchenschicht allgemein verbreiteten Anschauungen widersprechende Resultat könnte noch der naheliegende Einwurf erhoben werden, ob nicht die Ganglienzellen der Retina, die doch der fortdauernden Blutcirculation sich erfreuen, eine Ernährungsstörung in den äusseren Schichten der Retina verhinderten. Aber es ist leicht, diesen Einwurf zu widerlegen, denn die Ganglienzellen degeneriren ebenfalls fettig. Sie vermögen es nicht, sich selbst gegen fettige Entartung zu schützen: wie sollten sie andere Schichten der Retina davor bewahren können?

Diese Veränderung der Ganglienzellen ist ein sehr wesentlicher Punkt, ohne dessen Berücksichtigung keine bindenden Schlüsse aus den Resectionen des Sehnerven gezogen werden konnten. Uebrigens ist das Unverändertbleiben der Stäbchenschicht bereits in einem Falle constatirt worden, wobei aber an den Ganglienzellen keine Veränderung bemerkt wurde. Dagegen ist die letztere, wie sie nach Durchschnei-

dungen des N. vagus beim Frosch und Kaninchen eintritt, bekannt. Der aus den mitgetheilten Thatsachen auf die fehlende Continuität der Stäbchen und Zapfen mit den Opticusfasern gezogene Schluss wird noch durch folgende Momente unterstützt.

Die Stäbchenkörner besitzen eine Querstreifung, welche durch ihre Zusammensetzung aus verschieden stark lichtbrechenden Substanzen zu Stande kommt. Dieselbe, nur feinere Querstreifung zeigen die Zapfenkörner beim Falken und Affen. Die schwächer-lichtbrechenden Schichten stellen biconcave Scheiben dar. Diese Zusammensetzung erinnert gleichsam an ein dioptrisches System, speciell an ein achromatisches Objectiv. Analog erscheinen in den Zapfen die früher erörterten Ellipsoide derselben.

Bei Amphibien und Vögeln, welche Oeltropfen in den Zapfen besitzen, wird an der betreffenden Stelle die ganze Dicke des Zapfens von den Oeltröpfchen ausgefüllt. Durch eine Fettkugel kann nach allen unseren Kenntnissen kein Nervenprocess geleitet werden; wohl aber können Aetherwellen dieselbe passiren.

Was die bisher aus physiologischen Thatsachen hergenommenen Beweisgründe für die Licht-Perception mittelst der Stäbchenschicht betrifft, so sind sie wesentlich auf die bekannte Parallaxe der Aderfigur zurückzuführen. Man hat dabei übersehen, dass dieselbe Parallaxe resultiren muss, wenn die vollkommen homogenen Aussenglieder der Stäbchen und Zapfen katoptrisch wirken und die seither noch unbekannten, wahrscheinlich ebenfalls Mosaik-ähnlich angeordneten Endorgane des Sehnerven nach innen von der Stäbchenschicht liegen. Es ist die Alternative gegeben: entweder sind die Stäbchen resp. Zapfen selbst die Apparate, welche die Lichtempfindung vermitteln, oder diese letzteren werden in merklichem Grade nur durch aus der Stäbchenschicht reflectirtes Licht angeregt. Da die erste Alternative nach dem bisher Erörterten nicht mehr zulässig ist, so verwandelt sich die erwähnte Parallaxe in einen interessanten Beweis dafür, dass nur von der Choroidea her reflectirtes Licht zur Perception gelangt, wodurch zugleich, wie man weiss, eine Analogie mit Einrichtungen in den Augen der Wirbellosen hergestellt ist.

Endlich lehrt die Entwickelungsgeschichte, dass die Stäbchen und Zapfen Cuticularbildungen sind, nämlich solide Auswüchse der Membrana limitans externa. Man weiss aber von den anderen höheren Sinnesorganen, dass solche Cuticularbildungen stets in der Gegend, wo die Nerven-Endigungen liegen, angetroffen werden, und so oft schon irrthümlich für nervöse Gebilde angesehen worden sind, resp. noch heute von Vielen dafür gehalten werden.

Nach Allem also — und die Gründe häufen sich von den verschiedensten Seiten — stellen Stäbchen und Zapfen, Stäb-

chen- und Zapfen-Ellipsoide, Stäbchen- und Zapfenkörner mit dem Pigment resp. dem Tapetum einen katoptrisch-dioptrischen Apparat dar. Derselbe wird fixirt oder in seiner Lage erhalten durch die Radialfasern, welche sammt den Stäbchen- und Zapfenfasern, sowie den Membranae limitantes externa und interna und der Membrana fenestrata einen bindegewebigen Stütz-Apparat bilden. Man muss endlich drittens die nervösen Elemente in der Retina unterscheiden. Zu den letzteren gehören Opticusfasern, Ganglienzellen und wahrscheinlich ein Theil der inneren Körner.

Weitere Mittheilungen, sowie Abbildungen werden vorbehalten, wobei auch über die Untersuchungsmethoden Rechenschaft gegeben werden soll.

Ueber die beste Methode, Präparate zur Demonstration der Höhlen und Klappen des Herzens in trockenem Zustande herzustellen.

Beitrag zur anatomischen Technik

von

Dr. A. Baur
in Erlangen.

Da die Erlanger anatomische Sammlung keine solche Präparate hatte, ging ich vor anderthalb Jahren daran, nicht verwendete Brusteingeweide zu benutzen, um dergleichen herzustellen. Ich bediente mich zuerst der von Hyrtl (Handb. d. pract. Zergliederungskunst 1860 pag. 303 angegebenen Methode, welche darin besteht, dass man die Herzhöhlen mit Talg ausfüllt, das Herz trocknen lässt und dann in der gehörigen Wärme so aufstellt, dass der schmelzende Talg durch vorher eingeschnittene Oeffnungen ablaufen kann. Diese Methode hat den Nachtheil, dass die Herzsubstanz dabei ganz von Fett durchdrungen wird und das Präparat deshalb entweder ein schmutziges Ansehen behält oder eine umständliche und kostspielige Extraction mit Terpentin und Aether verlangt. Ich habe deshalb ein anderes Verfahren versucht und aus dem, was ich inzwischen in anderen anatomischen Sammlungen von dergleichen Präparaten gesehen habe, die Ansicht gewonnen, dass die auf meine

Weise hergestellten Präparate die bisher in den Sammlungen vorhandenen an Schönheit übertreffen. Ich ziehe daraus den Schluss, dass das von mir angewendete Verfahren noch wenig oder gar nicht in Gebrauch ist, und deshalb als eine kleine Verbesserung der anatomischen Technik der Mittheilung werth sein dürfte.

Das Verfahren ist folgendes. An einem sorgfältig mit Erhaltung der Gefässanfänge ausgeschnittenen und von Blut gereinigten Herzen werden beide Hälften nach den gewöhnlichen Regeln vermittelst einer Injectionsspritze bis zur vollständigen Prallheit mit starkem Weingeist ausgefüllt. Das mit Weingeist gefüllte Herz wird wie bei dem von Hyrtl (Zergliederungsk. p. 305) als W. Hunter'sche Methode bezeichneten Verfahren in starken Weingeist gelegt und darin einige Wochen liegen gelassen. Die Herzwände werden dadurch gehärtet, aber durch die Füllung mit Weingeist am Schrumpfen verhindert, so dass sie ihre natürliche Form und ihr natürliches Volum behalten. Nach dieser W. Hunter'schen Methode behandelte Herzen lassen sich nur feucht aufbewahren und sind zur Demonstration weniger geeignet als trockene Präparate. Es giebt nun aber ein einfaches Mittel, um aus solchen Weingeistherzen trockene Präparate herzustellen, welche nichts zu wünschen übrig lassen, und welche alle Vorzüge der durch Talginjection hergestellten Präparate haben, ohne deren Nachtheile zu besitzen. Die dazu nöthige weitere Behandlung besteht darin, dass man die Füllung mit Weingeist durch eine Füllung mit Baumwolle ersetzt und dann das ausgestopfte Herz an der Luft trocknen lässt. Zu diesem Zweck wird in jede der vier Herzabtheilungen, die beiden Vorhöfe und die beiden Ventrikel, ein rundliches Fenster geschnitten und von diesen künstlichen Oeffnungen aus die Ausstopfung mit Baumwolle vorgenommen. Bei dem Ausstopfen hat man darauf zu achten, dass die Klappen in die zur Demonstration geeignete Stellung kommen, in dieser Stellung beim Trocknen erhalten und am Schrumpfen gehindert werden. Bei den Atrioventrikularklappen wird dieser Zweck dadurch erreicht, dass man mit einer krummen Nadel in jeden der beiden Ventrikel eingeht, die freien Ränder der Klappenzipfel dicht an einander bringt und durch ein Paar Nähte an einander befestigt. Ist dies geschehen, so nehmen die Chordae tendineae und die Papillarmuskeln von selbst die richtige Stellung ein und bleiben in derselben, wenn die Zwischenräume zwischen ihnen allmählig mit Baumwolle ausgefüllt werden. Bei den Seminularklappen genügt es, um sie in die richtige Stellung zu bringen, dass man in die durch sie gebildeten Taschen von der Aorta und Pulmonalarterie aus ein Stück Baumwolle hineintreibt, und sie dadurch verhindert, sich an die Arterienwand anzulegen. Sind die Klappen in die gehörige Lage gebracht, so wird in jede Herzhöhle von dem eingeschnittenen Fenster aus Baumwolle in kleinen Portionen so eingestopft, dass alle Theile der

Höhle, insbesondere auch alle Räume zwischen den Trabeculae carneae gleichmässig ausgefüllt sind. Es wird mit gewaltsamem Einpressen von Baumwolle so lange vorsichtig fortgefahren, bis das ausgestopfte Herz ganz die Form des mit Weingeist gefüllten hat und bis die Füllung die Festigkeit erhalten hat, dass sie dem nachher durch die Schrumpfung beim Trocknen ausgeübten Druck Widerstand zu leisten im Stande ist, Bedingungen, zu deren Erfüllung ein ziemlicher Grad von Sorgfalt erfordert wird. Sind die Herzhöhlen ausgefüllt, so werden an den Gefässanfängen die Ligaturen entfernt und ihre Lumina gleichfalls mit Baumwolle ausgefüllt, wobei darauf zu sehen ist, dass die Gefässe möglichst ihre natürliche Rundung erhalten.

Das mit Baumwolle ausgestopfte Herz wird aufgehängt und an der Luft getrocknet, was, wie bei allen mit Weingeist behandelten Theilen, leicht und schnell geschieht. Ist das Präparat trocken, so wird die Baumwolle vorsichtig herausgenommen und die den Wänden anklebenden Reste vollends durch Anzünden entfernt. Dabei hat man nur darauf zu achten, dass man die Baumwollenfüllung nicht herausnimmt, ehe die Trocknung eine vollständige ist, weil sonst ein nachträgliches Schrumpfen eintritt, und das Präparat ein runzeliges schlechtes Aussehen erhält. Wird dieser Fehler vermieden, so behalten die Herzwände im getrockneten und leeren Zustand fast ganz ihre Form und ihren Umfang, wie an einem mit Injectionsmasse gefüllten Herzen; und das durch Reinlichkeit und Dauerhaftigkeit ausgezeichnete Präparat ist zur Demonstration der Herzhöhlen und der darin angebrachten Theile sehr geeignet.

Die Vorzüge, welche das beschriebene Verfahren vor der Methode der Talginjection hat, bestehen, wie schon gesagt, in der grösseren Einfachheit des Verfahrens und der grösseren Reinlichkeit des Präparats. Ausser der Talginjection giebt es noch einige andere Methoden, welche im Gebrauch sind. Die eine besteht darin, dass man an mit gewöhnlicher Injectionsmasse gefüllten und getrockneten Herzen durch eingeschnittene Fenster die Injectionsmasse mechanisch wieder entfernt. Hierbei sind aber Verletzungen der Innenwände unvermeidlich und das Innere bekommt kein glattes Aussehen. Die andere Methode ist die, dass man die Herzhöhlen durch Aufblasen möglichst mit Luft füllt und in diesem Zustande trocknen lässt. Dabei ist eine bedeutende Schrumpfung unvermeidlich und für eine richtige Stellung der Klappen lässt sich nicht sorgen. Die Vorzüge, welche das beschriebene Verfahren auch vor diesen beiden Methoden hat, liegen deshalb so sehr auf der Hand, dass es nicht nöthig ist, sie noch besonders hervorzuheben.

Erlangen, April 1868.

Verzeichniss von Druckfehlern.

In Heft VI., 1867:

S. 773 Z. 18 v. o. statt 45 lies: 25

S. 774 Z. 19 v. o. statt das kleinere Zuleitungsrohr lies: die Canule des Zuleitungsrohres

In Heft I., 1868:

S. 4 Z. 13 v. o. statt englischen lies: erfahrnen

S. 5 Z. 25 v. o. statt Nervenfortsätze lies: Zellenfortsätze

S. 10 Z. 5 v. o. statt ein solcher lies: eine solche

S. 11 Z. 4 v. o. statt letzteres lies: letzterer

S. 15 Z. 3 v. o. statt Nervenorgan lies: Nervenagens

S. 20 Z. 15 und 25 statt ungesäuerten lies: angesäuerten

S. 25 Z. 15 statt hierüber lies: hierbei

S. 29 Z. 7 v. u. statt dem halben lies: demselben

S. 31 Z. 13 v. u. statt Lagerverhältniss lies: Lageverhältniss

S. 33 Z. 5 v. o. statt Gaye lies: Guye

S. 36 Z. 18 v. o. statt neben lies: unter

S. 39 Z. 17 v. o. statt aber lies: eben

S. 39 Z. 9 v. u. statt heut lies: der Haut

S. 42 Z. 7 v. o. statt Eindruck lies: Eingriff

S. 42 Z. 3 v. u. statt constituirten lies: restituirten

S. 44 Z. 10 v. u. statt Regenerationshergang lies: Degenerationshergang

Ueber den Musculus orbicularis orbitae und seinen Einfluss auf den Mechanismus der Thränenabsonderung.[1]

Von

Dr. P. Lesshaft,

Prosector der pract. Anatomie zu St. Petersburg.

(Hierzu Tafel VIII B.)

Die Frage über den Mechanismus der Thränenabsonderung ist in der letzten Zeit von den Ophthalmologen ziemlich stark angeregt worden, aber die Discussionen darüber sind noch immer nicht zum Abschluss gekommen. Einerseits wurde behauptet, dass die Entscheidung dieser Frage nur auf rein experimentalem Wege geschehen kann, ohne viel Acht auf die anatomischen Verhältnisse zu geben; andererseits war die Zahl der anatomischen Untersuchungen nicht ganz genügend, so dass die gewonnenen Resultate nicht genug entscheidend waren. Um der Wahrheit etwas näher zu kommen, unterzog ich die die Thränenableitungsorgane umgebenden Muskeln einer genaueren Untersuchung. Das zu diesem Zwecke verbrauchte Material bestand

1) Der Aufsatz wurde in der Gesellschaft der russischen Aerzte zu St. Petersburg am 1. und 16. Dec. 1866 gelesen und die entsprechenden Präparate demonstrirt. S. Промок. Общ. Русск. Враьей No. 5 u. 6, 18⁶⁶/₆₇.

aus 52 Köpfen, d. h. 104 Augenhöhlen von Subjecten beiderlei Geschlechts, vom Neugeborenen bis zum höchsten Alter. Ausserdem untersuchte ich die Köpfe einiger (10) Säugethiere, und namentlich: Hund (2), Katze (1), Kaninchen (4), Schaf (1), Kalb (1) und Pferd (1).

Bei der Beschreibung meiner Untersuchungen werde ich zuerst die Anatomie der Musculi: orbicularis, corrugator supercilii und lacrymalis auseinandersetzen, dann werde ich einige Worte über die Canaliculi lacrymales, den saccus und canalis naso-lacrymalis hinzufügen und besonders über die Falten und Klappen der Thränenwege; schliesslich werde ich die Bedeutung der genannten Muskeln für den Mechanismus der Thränenabsonderung zu erklären suchen. Der Auseinandersetzung jedes dieser Theile werde ich einige literarische Data, so weit sie mir zugänglich waren, vorausschicken.

Musc. orbicularis oculi.

Dieser Muskel wird von den meisten Anatomen in eine Orbital- und Palpebralportion oder in eine äussere und innere Schicht abgetheilt, ein Theil der letzteren wurde schon als m. ciliaris von Riolan[1]) beschrieben. Moll[2]) führt sein Werk Encheiridion Anatomicum[3]) an, wo dieser Muskel so beschrieben wird: „Orbicularium musculorum primus ciliaris est, circumdat utrumque cilium palpebrarum.“ Theile[4]) unterscheidet als m. ciliaris eine etwas dickere Schicht geradelinig verlaufender Fasern von höchstens 2 Lin. Breite, die den freien Palpebralrand umgeben. In den Hand- und Lehrbüchern wird dieser Muskel

1) Anthropographia. Lib. V. Cap. 10 bei Albinus. — Historia musculorum Lugd. — Bat. 1774. pag. 148.

2) Bigdragen tot de Anatomie en Physiologie du Oogleden. Utrecht, 1857. pag. 91.

3) Paris 1658. Lib. V. Cap. IX. — Das Original konnte ich nicht bekommen.

4) Soemmering's Lehre von den Muskeln und Gefässen des menschlichen Körpers, umgearbeitet von F. W. Theile. Leipzig 1841. pag. 28.

sehr verschieden beschrieben; so meint Richet[1]), dass die Fasern dieses Muskels von einem Punkte des freien Augenlidrandes zum anderen gehen und nicht längs der ganzen Länge dieses Randes verlaufen. Sappey[2]) führt an, dass seine Fasern von der Theilungsstelle der Sehne des Orbicularmuskels und von dem Umfange der Thränencanäle anfangen, über die Zwiebel der Cilien verlaufen und sich am Fasergewebe, welches die äusseren Enden der Tarsalknorpel vereinigt, befestigen, wo sich die Fasern noch kreuzen. Einige wie Meckel[3]), Cruveilhier[4]), Hyrtl[5]) u. s. w. zählen die ganze innere Schicht des Orbicularmuskels zum m. ciliaris. In der letzten Zeit behauptet A. Weber[6]), dass er durch Faradisation und durch Präparation unter Wasser (!?) sich von der Selbstständigkeit dieses Muskels überzeugt hat; seine Breite, am äusseren Augenwinkel, giebt er auf 3—5 Mm. an; er meint, dass er die ganze Breite des unteren, und manchmal beinahe den ganzen oberen Tarsus bedeckt. Aus dem Angeführten folgt, dass, wenn man einen m. ciliaris nach Riolan annehmen will, man nur diejenigen innersten Fasern des Orbicularmuskels ihm zuzählen kann, die die freien Palpebralränder umgeben. Von diesen Bündeln theilt Moll[7]) unter dem Namen einer „pars subtarsalis," Muskelfasern ab, welche sich zwischen den Haarzwiebeln und den Meibom'schen Drüsen am Palpebralrande befestigen, ohne den äusseren Augenwinkel zu erreichen.

---

1) Traité pratique d'Anatomie méd.-chirurg. 2. édit. Paris 1860. pag. 315.

2) Traité d'Anatomie descriptive, Tome 2, part 2, fascic. 2. Paris 1855. pag. 589—590.

3) Handbuch der menschlichen Anatomie. IV. Bd. Halle und Berlin 1820. pag. 63.

4) Traité d'Anatomie descriptive. Tome I, 2. partie. Myologie. Paris 3. édit. 1862. pag. 611.

5) Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 6. Aufl. Wien 1859. pag. 356.

6) Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde, herausgegeben von W. Zehender. 1863. Augustheft. Erlangen 1863. pag. 339—340.

7) l. c. pag. 9 u. 91—95 und Archiv f. Ophthalmol. v. Graefe. Bd. III, Abth. II. Berlin 1857. pag. 264—265.

Kölliker[1]) und Albini[2]) gedenken schon dieser Fascikel, zählen sie aber den Ciliarmuskeln zu.

Von dem Orbicularmuskel wird in den Hand- und Lehrbüchern angeführt, dass seine innere oder Palpebral-Schicht (m. orbicularis internus s. palpebrarum s. mm. palpebrales superior et inferior) am inneren Augenwinkel beginnt, und namentlich vom ligamentum palpebrale internum, von der oberen Hälfte der cristae lacrymalis post., wo diese Schicht des Orbicularmuskels mit dem sogenannten Horner'schen Muskel zusammengeworfen wird (s. unten), und noch von der Orbitalfläche des Thränenbeins, weiter vom oberen und unteren Palpebralrande, soweit diese den Thränensee umgeben (Theile[3]). Am äusseren Augenwinkel begegnen sich die Fasern dieser Schicht unter einem spitzen Winkel und befestigen sich am ligamentum palpebrale externum, theilweise verlieren sie sich am äusseren Augenwinkel, oder gehen in Fasern des äusseren Ringmuskels über (Theile).

Arlt[4]) theilt den Orbicularmuskel in vier Theile und unterscheidet je nach der Insertion: 1) einen Theil, der von der Crista des Thränenbeins beginnt, oder den sogenannten Horner'schen Muskel, 2) einen vom ligamentum palpebrale beginnenden Theil, 3) Bündel, die vom Orbitalrande abgehen, und 4) pheripherische oder accessorische Bündel. Vom zweiten Theile, welcher der erwähnten inneren Schicht entspricht, sagt er[5]), dass ihre Fasern aus einem spitzen Winkel, zwischen dem ligamentum palpebrale und dem Thränensacke, hervorkommen, und dass diese Fasern so fest mit der fibrösen Wand dieses Sackes zusammenhängen, dass die tieferen Fasern scheinbar von hier entspringen.

Von der äusseren Schicht des Ringmuskels (m. orbicularis

---

1) Mikroskopische Anat. Bd. II pag. 721.

2) Zeitschrift der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien. 1857. 1. Heft. Januar. pag. 29.

3) l. c. pag. 29.

4) Archiv für Ophthalmologie, herausgegeben von Graefe. u s. w. IX. Bd. Abth. 1. Berlin 1863. pag. 67.

5) l. c. pag. 71.

orbitae s. orbicularis externus s. orbitalis) wird angeführt, dass ihre Fasern beginnen, unten: vom inneren Theile des unteren Orbitalrandes, vom Foramen infraorbitale bis zum ligamentum palpebrale internum, von diesem Bande selbst; einige Fasern beginnen dagegen theilweise über diesem Ligamente und gehen vor dem letzteren nach unten; oben beginnen die Fasern dieser Schicht vom Frontalfortsatze des Oberkiefers, Thränensacke und der Crista des Thränenbeins, hinauf bis zum angrenzenden Theile des Stirnbeines (Theile); der grösste Theil der Fasern umgiebt die Augenhöhlen und kehrt wieder zum Anfange zurück, einige Fasern dagegen gehen in die Mm. frontalis, zygomaticus minor und levator labii superior über. Henle[1]) führt an, dass die unteren Fasern von einem Theile der vorderen Wand des Thränensackes beginnen, der am unteren Rande der Augenhöhle grenzt. Ausserdem zählt Henle zu den Fasern, die sich am oberen Rande der Augenhöhle inseriren, auch den m. corrugator supercilii, während er die peripherischen Fasern, die zur Haut der Wange und der Oberlippe übergehen, als m. malaris s. orbicularis malaris bezeichnet. Cruveilhier[2]) nennt den unteren Theil dieser Schichte „muscle de bienveillance“, und den oberen Theil „muscle de la réflexion.“

Ohne von den angeführten Beschreibungen abzuweichen, ertheilt Henke[3]) den einzelnen Theilen des Orbicularmuskels besondere Namen und unterscheidet einen m. orbicularis orbitalis, m. lacrymalis anterior und lacrymalis posterior. Der erste Muskel beginnt nach seiner Meinung vom Nasentheil des Oberkiefers und dem Stirnbeine, der zweite vom ligamentum palpebrale mediale, und der dritte vom Thränenbeine, hinter dem Thränensacke.

Von den Fasern, die über dem ligamentum palpebrale in-

---

1) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. I. Bd. III. Abth. Muskellehre, Braunschweig 1858. pag. 143.

2) l. c. pag. 614.

3) Archiv für Ophthalmologie, herausgegeben von Graefe u. s. w. IV. Bd. II. Abth. Berlin 1858. pag. 73.

ternum beginnen, theilt Arlt[1]) einen dreieckigen Bündel ab, dessen Spitze nach unten gerichtet ist, und dessen Basis nach oben in die Haut der inneren Hälfte der Augenbrauen endigt, sein äusserer Rand ist concav, aber sein innerer gerade; dieses Bündel nennt er den Herabzieher der Augenbraue.

Quain-Sharpey[2]) theilt den Ringmuskel in einen „ciliaris“ und „orbicularis latus“, er führt an, dass dieser Muskel sich nur beim inneren Augenwinkel am Knochen befestigt, hier beginnt der Muskel von den Knochen und vom ligamentum palpebrale internum: am äusseren Augenwinkel gehen seine Fasern nach unten und richten sich wieder zur Insertionsstelle zurück.

Malgaigne[3]) theilt diesen Muskel in drei Theile: in den meist nach aussen liegenden Theil, in den die Lider bedeckenden Theil und in den Ciliartheil. Der erste Theil beginnt bei ihm vom Oberkiefer und Stirnbein und von dem vorderen und hinteren Blatte der Palpebralaponeurose, wo er noch hinzusetzt: „c'est-à-dire à toute la paroi membraneuse du canal nasal“, er meint wahrscheinlich nur die Wand des Thränensackes.

Richet[3]) theilt den Ringmuskel in vier Theile: 1) den ausser-orbitalen Theil (extraorbitaire), dessen Fasern von der Stirn, Schläfe und Gesicht kommen; 2) den eigentlichen Orbitaltheil (orbitaire proprement dite), der vom Rande der Augenhöhle kommt; 3) den Palpebraltheil (palpebrale), der die Lider bedeckt, und 4) in den schon angeführten Ciliarmuskel. Am inneren Augenwinkel befestigen sich eine bedeutende Anzahl Fasern am aufsteigenden Oberkiefer-Fortsatz und an der vorderen Fläche des Thränensackes, die innersten Fasern befestigen sich an der „l'aponeurose d'insertion de la commissure interne“ und an den Bändern der Palpebralknorpel.

1) l. c. pag. 76.

2) Elements of anatomy by Jones Quain. Seventh edition, by Allen Thompson, John Cleland and W. Sharpey. Vol. I. London 1867. pag. 171—172.

3) Traité d'Anatomie et de chirurgie experimentale. Tome 1. Paris 1859. pag. 659—660.

4) Op. c. pag. 315.

Foltz[1]) weist noch auf die Befestigung der Fasern des Palpebraltheils des Ringmuskels an der Scheide der Thränenkanäle hin, und namentlich an der vorderen Fläche und am äusseren oder convexen Rande dieser Canäle.

M. Bourjot Saint Hilaire[2]) beschreibt noch zwei Muskeln; einer dieser Muskeln wird später zur Sprache kommen, den andern nennt er „dilateur supérieur." Der Anfangstheil dieses Muskels verschmilzt mit dem Anfange des M. corrugator supercilii und mit dem Schwanze des occipito-frontal Muskels, er befestigt sich am oberen Theil des Thränensackes, über der Sehne des Ringmuskels. Dieser Muskel wird wohl mit dem von Arlt unter dem Namen eines Herabziehers der Augenbraue beschriebenen Muskel identisch sein.

Endlich muss ich noch der, von Moseley[3]) beschriebenen, Muskelfasern gedenken, die er in einer grossen Zahl von Köpfen fand; sie beginnen innerhalb der Augenhöhle vom Jochbein, vor der Naht dieses Knochens mit dem Orbitalflügel und verlieren sich in der Bindegewebemasse des äusseren Augenwinkels.

Ueber das Ligamentum palpebrale internum (lig. palpebrale internum auct., lig. palpebrale mediale — Henle, tendo-palpebrarum — Quain-Sharpey, tendon direct du muscle orbiculaire — Cruveilhier, lig. interpalpebrale internum — Huschke, lig. angulaire interne — Tenon, lig. des tarses — Winslow etc.) ist noch zu bemerken, dass einige Anatome, wie z. B. Arnold[4]), Cruveilhier[5]), Quain-Shar-

1) Anatomie et Physiologie des conduits lacrymaux, — Annales d'Oculistique. Tome XLIII. 8. série. Tome 3, — 5 et 6 livraisons. 1860. pag. 232.

2) Considérations générales sur les voies lacrymales. — Journ. des connais. médico-chirurg. Février 1853. S. Malgaigne l. c. pag. 715. (Das Original konnte ich nicht bekommen.)

3) Monthly Journ. 1853. Dec. pag. 485. (Das Original konnte ich nicht bekommen.) S. b. Henle. l. c. pag. 143.

4) Handbuch der Anatomie des Menschen. 2. Band. 2. Abth. Freiburg im Breisgau. 1851. pag. 978—979.

5) l. c. pag. 610.

pey[1]) u. s. w. es für eine Sehne des Orbicularmuskels annehmen; sie führen an: dass der sehnige Theil dieses Muskels sich vom inneren Augenwinkel bis zum Stirnfortsatze des Oberkiefers in horizontaler Richtung einwärts erstreckt; nach ihrer Meinung verbindet sich diese Sehne noch ausserdem mit dem inneren Ende des Palpebralknorpels. Cruveilhier unterscheidet noch ein starkes aponeurotisches Fascikel, welches sich von der hinteren Fläche des Ligaments abtheilt und die äussere Wand des Thränensackes bildet, er nennt dieses Fascikel: tendon réfléchi du muscle orbiculaire. Andere, wie z. B. Maier[2]), W. Henke[3]), fassen dieses Ligament als selbstständiges Organ auf, welches sich nach Henke, als feste Fasermasse darstellt und aus der Verdickung der fibrösen Membran bildet, die den Thränensack bedeckt, wobei er die Meinung äussert, dass es wohl dem Knorpel der Membrana nictitans der Thiere entspricht. R. Maier führt an, dass es am inneren Augenwinkel drei Fortsetzungen giebt, von denen zwei zu den Palpebralknorpeln und den Thränenpunkten gehen, der mittlere, stärkere aber zur caruncula lacrymalis. Henle[4]) nimmt dieses Band für einen Sehnenbogen an, der mit seiner hinteren Spitze am Thränenbeine, mit der vorderen am Nasenfortsatze des Oberkieferbeins angewachsen ist, dessen concaver Rand medianwärts gerichtet und mit der Wand des Thränensackes verwachsen und dessen convexer wulstiger Rand seitwärts gekehrt ist. Ganz abweichend von den Uebrigen beschreibt Richet[5]) dieses Ligament, er unterscheidet „aponéurose du tendon d'insertion de la commissure interne" und „ligament des tarses". Das erste Ligament beginnt in der Haut und geht zum Periost des aufsteigenden Astes des Kiefers und zur vorderen Wand des Thränensackes. Das innere Band des Lidknorpels theilt sich nach ihm, bei der Insertion an die Lidknorpeln; der vordere Theil verbindet sich mit der „l'aponeurose d'insertion de

1) l. c. pag. 246—247.
2) Ueber den Bau der Thränenorgane. Freiburg 1859. pag. 41—43.
3) l. c. pag. 73—74.
4) l. c. pag. 140.
5) l. c. pag. 315.

la commissure" und mit dieser letzten — mit dem Thränensacke, der hintere Theile aber geht hinter dem Sacke und befestigt sich an der Crista des Thränenbeins, wo er sich mit der Insertion der Orbitalsehne (tendon orbitaire) des inneren geraden Augenmuskels verbindet.

Wenn wir alles Gesagte über den Ringmuskel und das innere Ligament zusammenfassen, so folgt, dass:

1) Der Ringmuskel in 2, 3, 4 und sogar 5 Theile zerlegt wurde.

2) Meistens wird als Ursprung dieses Muskels das innere Palpebralligament und die Knochen des inneren Randes der Orbita angenommen, von Einigen auch die Crista des Thränenbeins.

3) Einige Anatomen (Henle, Theile, Malgaigne, Richet u. s. w.) führen an, dass er sich auch an der Wand des Thränensackes befestigt, hierbei weisen sie aber immer mehr auf die Fasern der äusseren Schicht dieses Muskels hin.

4) Theile spricht auch von einigen Fasern dieses Muskels, die sich am Palpebralrand, in der Umgebung des Thränensees, befestigen, Foltz und Sappey aber weisen auf ihre Befestigung an den Wänden der Thränencanäle hin.

5) Das innere Palpebralband nehmen Einige für eine Sehne des Ringmuskels (was Richet nicht zulässt) und für ein Ligament der Palpebralknorpel an, von Anderen wird es für einen Sehnenbogen oder Fasermasse gehalten, die zur Befestigung des Muskels und der Palpebralknorpel dient.

Nachdem ich die Literatur des Ringmuskels, so weit sie mir zugänglich war, durchgenommen habe, will ich zu der Beschreibung der Facta übergehen, die ich bei den Untersuchungen gewonnen habe.

Der abpräparirte Ringmuskel stellt eine gänzlich ebene Schicht dar, so dass es ganz unnatürlich ist, den Muskel in einzelne Bündel zu theilen und jedem von diesen eine besondere Selbstständigkeit zuzuschreiben. Beweise, ähnlich denen, wie sie A. Weber wiedergiebt, der, um sich von der Selbst-

ständigkeit des m. ciliaris zu überzeugen, diesen Muskel unter Wasser präparirt, sind so widersinnig, dass sie keiner Widerlegung bedürfen. Um die Beschreibung des Muskels zu erleichtern, könnte man allenfalls einen Palpebral- und Orbitaltheil des Ringmuskels unterscheiden, wobei ich aber diesen einzelnen Theilen jede Selbstständigkeit absprechen muss. Ich werde deshalb zuerst den Palpebral- und dann den Orbitaltheil dieses Muskels beschreiben, wobei ich jedoch noch einmal bemerke, dass durchaus keine natürliche Grenze zwischen diesen Theilen existirt.

A. Palpebraltheil.

Die Bündel des Palpebraltheils dieses Muskels bedecken das obere und untere Augenlid, von ihrem freien Rande bis zum Rande der Orbita. Die Fasern dieser Bündel zeichnen sich besonders dadurch aus, dass sie, je näher zum freien Rande des Lides, desto blässer sind, aber dessen ungeachtet sind sie bis zu diesem Rande ganz deutlich contourirt.

Ursprung. Diese Fasern beginnen im inneren Augenwinkel: a) theilweise mit einer Sehne (tendo orbicularis), die von der Crista lacrymalis anterior ihren Anfang nimmt, und b) theilweise unmittelbar von der inneren Fläche des aufsteigenden Astes des Oberkiefers, in einer Entfernung von 7—9 Mm. von der Naht, die diesen Ast mit dem Stirnbein verbindet. Die erwähnte Sehne ist flach, hat zwei Flächen und zwei Ränder. Ihre vordere Fläche ist etwas nach oben gerichtet, ihre innere Hälfte ist glatt, die äussere dagegen ist ganz fest mit der sie bedeckenden Haut verwachsen. Die hintere Fläche dieser Sehne sieht etwas nach unten, sie verschmilzt mit der sehnigen Inscription auf der vorderen Wand des Thränensackes und der Thränencanäle, von welchen sie sich übrigens leicht ablöst. Der obere Rand der Sehne weicht etwas nach hinten, und der untere nach vorn ab. In einer Entfernung von 4—5, zuweilen sogar 6 Mm. von ihrem Anfange gehen von diesen Rändern Muskelfasern ab, die auf das obere und untere Augenlid übergehen; 7—9 Mm., in einigen Fällen sogar 10 Mm. vom Anfange, theilt sich diese Sehne in einen oberen

und unteren Ast, die auch in die Muskelfasern übergehen, welche das obere und untere Augenlid bedecken. Diese Sehne erreicht nicht den inneren Winkel der Palpebralknorpel, sondern geht, wie gesagt, in Muskelfasern über, die diese Knorpel bedecken; wenigstens gelang es mir, beim besten Willen, nicht, sie bis zu diesem Knorpel zu verfolgen, und daher glaube ich, dass die Sehne, ebenso wie die sehnige Inscription, von der ich sogleich sprechen werde, nur aus sehnigen Fasern des Ringmuskels bestehen und garnicht bis zu den Palpebralknorpeln reichen.

Ausser dieser Sehne beginnen die Muskelfasern noch c) von der vorderen Wand des Thränensacks, von einer Fläche, die 4—6, selten 7 Mm. breit ist und welche sich vom oberen Ende dieses Sackes auf 2—$3^1/_2$ Mm. nach unten erstreckt; $1^1/_2$—2 Mm. von diesem Ende stellt sich hier eine $^1/_2$—1 Mm. breite sehnige Inscription dar, von welcher diese Muskelfasern beginnen und sich nach unten und oben zu den entsprechenden Lidern begeben. Diese Inscription vereinigt sich durch sehnige Fasern mit der hinteren Fläche der oben erwähnten Sehne. Weiter beginnen noch Fasern dieses Theiles: d) von der vorderen Fläche und den convexen Rändern der Thränencanäle, auf deren vorderen Wand, entsprechend dem allgemeinen Theile beider Canäle, auch eine sehnige Inscription sich befindet, die eine Fortsetzung der eben beschriebenen bildet, so dass die Länge der ganzen Inscription auf dem Sacke und den Canälen = 6—9 Mm. ist. Endlich kommen ausser dieser Inscription noch Fasern: e) von der ganzen vorderen Fläche und Rändern des unteren Canales und gehen nach unten zum Lid über; ebenso kommen Fasern auch von der vorderen Fläche und den Rändern des oberen Canales, die nach oben steigen zum entsprechenden Lide.

Verlauf. Alle diese Fasern, so wie die, welche mit einer Sehne vom aufsteigenden Aste des Oberkiefers beginnen, so auch die von der Wand des Thränensackes und beider Canäle, gehen nach oben und nach unten zu den entsprechenden Lidern, wo die Fasern, die von der Sehne kommen, etwas ober-

flächlicher liegen, als die übrigen; auf den Lidern gehen sie in einer ebenen Fläche von innen nach aussen.

Insertion. Einige Fasern, die näher zum freien Rande, wie des oberen, so auch des unteren Lides liegen, gehen zwischen den Meibom'schen Drüsen und Zwiebeln der Cilien und endigen am Rande der Lider, ohne den äusseren Augenwinkel zu erreichen. Die übrigen Fasern erreichen diesen Augenwinkel und begegnen sich hier, vom oberen und unteren Lide kommend, unter einem spitzen Winkel in einer Fläche von $3^1/_2$—4 und sogar 5 Mm. Länge; sie verflechten und befestigen sich durch festes Bindegewebe zur Mitte der inneren Fläche des äusseren Randes der Augenhöhle. Einige peripherische von unten kommende Fasern scheinen gerade in die unteren überzugehen, wobei sie mit den naheliegenden Fasern anastomosiren.

B. Orbitaltheil.

Die Bündel des Orbitaltheils des Ringmuskels befinden sich mehr nach aussen von den eben beschriebenen; die Fasern dieser Bündel zeichnen sich durch eine röthere Farbe aus, sie bedecken den oberen, äusseren und unteren Rand der Augenhöhle und ihre peripherischen Fasern gehen in die Fasern der benachbarten Muskeln über.

Ursprung. Die Fasern dieses Theiles beginnen im Augenwinkel auf folgende Weise: a) die äussersten Fasern kommen von der vorderen Fläche des Oberkiefers mit einem kleinen $1^1/_2$—3 Mm. breiten Bündel, in einer Entfernung von 3—4 Mm. über dem oberen Rande der Sehne des Ringmuskels; diese Fasern gehen nach unten und erstrecken sich über die vordere Fläche dieser Sehne. Unter dem unteren Rande der letzteren fügen sie sich an Bündel von Fasern, welche auch b) vom aufsteigenden Aste beginnen, und namentlich von einer Fläche dieses Astes, dessen Breite, vom Rande der Augenhöhle nach innen gemessen, = $2^1/_2$—4 und sogar 5 Mm. ist, und dessen Länge, vom unteren Rande der Sehne nach unten, = 4—6 und bis 8 Mm. misst. Ausserdem beginnen noch Fasern c) von der oben erwähnten sehnigen Inscription, wo sie mit den Fa-

sern des Palpebraltheils zusammenfallen, und vom vorderen Rande der lateralen Wand des Thränensacks, unter der Inscription, in einer Strecke von 5—7, selten bis 9 Mm.; endlich beginnen noch Fasern dieses Muskels d) vom inneren Theile des unteren Randes der Augenhöhle, in einer Strecke von 9—11, manchmal bis 13 Mm., bei den Neugeborenen von 4—6 Mm. Die innersten Fasern dieses Theils verfliessen vollständig mit den äusseren Fasern des Palpebraltheils, so dass zwischen ihnen durchaus gar keine Grenze existirt.

Verlauf. Alle diese Fasern bilden eine ebene Schicht, die anfangs nach aussen etwas dicker und nach innen dünner wird. Die Fasern gehen zuerst von oben nach unten und richten sich dann nach aussen. In der Infraorbitalgegend bilden die Bündel dieses Muskels, die hier von innen nach aussen gehen, schon keine gleichmässige Schichte, sondern näher zur Peripherie gehen die Bündel stellenweise auseinander und lassen zwischen sich Räume, die mit Bindegewebe und Fett angefüllt sind; in der Mitte haben diese Räume mitunter eine Breite von 2—3 Mm.; weiter kommen die Fasern wieder zusammen. Bei diesem Verlaufe bedecken die Bündel dieses Muskels den M. zygomaticus minor, theilweise verbinden sie sich auch mit den Fasern dieses letzten Muskels, die untersten Fasern reichen hier beinahe bis zum unteren Rande des Jochbeins; einige peripherische Fasern aber gehen vor demselben, jedoch niedriger, und verlieren sich in der Haut der Wange oder gesellen sich zu den Fasern des m. levatoris labii super. alaeque nasi; endlich gehen diese Bündel längs dem Jochbeine nach oben in der Richtung zur Schläfe empor und in Bündel über, die den oberen Rand der Augenhöhle bedecken. Am äusseren Augenwinkel ist die Breite dieses Theils des Ringmuskels von 21—27 Mm., bei Neugeborenen von 13—16 Mm., auf dieser Stelle anastomosiren die Bündel mit einander, und von den peripherischen theilen sich einige Fasern nach oben zur Schläfe ab, wo sie in der Haut endigen. Beim weiteren Uebergange zum oberen Rande der Augenhöhle richten sich die Bündel des Orbitaltheils des Ringmuskels medianwärts, erstrecken sich längs dem Stirnrande der Orbita nach innen und wenden sich

dann wieder etwas nach unten. Auf diesem Wege gehen einige peripherische Fasern in den Stirnmuskel über, oder endigen in der Haut. Hier bildet der Ringmuskel schon eine ununterbrochene Schicht, nur dass seine Breite bedeutend kleiner ist als auf den Infraorbital- und Temporalregionen.

Insertion. An dem inneren Theil des oberen Randes der Augenhöhle angelangt, endigen hier die tieferen Fasern dieses Muskels, indem sie sich: a) über diesem Rande neben den Fasern des M. corrugator supercilii befestigen. Die übrigen Fasern gehen weiter nach unten und befestigen sich: b) am inneren Rande der Orbita, c) an der äusseren Hälfte der vorderen Fläche des Nasentheils des Stirnbeins, weiter d) am äusseren Theile der vorderen Fläche des aufsteigenden Astes des Oberkiefers, e) an der Crista lacrymalis posterior, f) an der Spitze des Thränensacks bis zur Sehne und g) an der oben angeführten sehnigen Inscription. An dem oberen und inneren Rand der Orbita befestigen sich diese Bündel in einer Strecke von 10—14 Mm., bei Neugeborenen von 8—9 Mm., an der Crista lacrymalis posterior von 4—6 und bis 7 Mm. und am Thränensacke von $1^1/_2$—$2^1/_2$ Mm. Ueberall berühren die innersten Fasern dieses Theiles ganz dicht die äusseren Fasern des Palpebraltheils dieses Muskels, so dass zwischen ihnen gar keine Grenze existirt.

M. depressor supercilii.

Weiter zur Nase vom eben beschriebenen Theile des Ringmuskels befinden sich noch Muskelbündel, welche ihren Anfang nehmen: 1) von der Vorderfläche des aufsteigenden Astes des Oberkiefers, über der Befestigungsstelle der Sehne des Ringmuskels, 2) von der Naht, die diesen Ast mit dem Nasentheile des Stirnbeins verbindet und 3) theilweise auch von der vorderen Fläche dieses letzten Knochens. Die Fasern dieser Bündel gehen nach oben, divergiren so, dass sie ein Dreieck vorstellen, dessen Basis nach oben und dessen Spitze nach unten gerichtet ist, dessen lateraler Rand concav und dessen medialer gerade ist. Diese Fasern endigen in der Stirnhaut über dem Arcus superciliaris. Die Breite dieser Bündel an der

Spitze ist von 3—4 und sogar bis 5 Mm., bei Neugeborenen von $1^1/_4$—$1^3/_4$ Mm., oben an der Basis von 11—14 Mm., bei Neugeborenen von 7—8 Mm.; die Länge ist = 21—27 und bis 30 Mm., bei Neugeborenen ungefähr 15 Mm.; die Dicke ist = $^3/_4$—$1^1/_4$ Mm. Dieses Bündel hat Arlt unter dem Namen eines Herabziehers der Augenbrauen beschrieben; Bourjot-Saint-Hilaire hat wahrscheinlich dasselbe Bündel „dilatateur supérieur" des Thränensacks genannt. Aus der gegebenen Beschreibung ist es klar, dass die von Arlt gegebene Beschreibung bei Weitem richtiger ist.

Die von Moseley am äusseren Augenwinkel beschriebenen Fasern habe ich nicht gesehen.

M. orbicularis oculi einiger Säugethiere.

Ueber den Ringmuskel bei den Hausthieren führt Gurlt[1]) an, dass er vom Rande der Augenhöhlenhaut (Periorbita) beginnt und in der Haut der Lider, mit der er sehr innig verbunden ist, endigt.

Bei den Untersuchungen am Hunde, Katze, Kaninchen, Pferde, Schafe und Kalb, erwiess sich, dass der Ringmuskel mit einer Sehne von der äusseren Fläche des Oberkiefers und einigen Fasern gerade von diesem Knochen entspringt. Ausserdem beginnen noch Fasern dieses Muskels von der vorderen Fläche der Thränencanäle, beim Hunde in einer Strecke von $4^1/_2$—5 Mm., beim Pferde von 23—29 Mm., — bei diesem letzten Thiere noch von der vorderen Wand der Erweiterung, die sich aus dem Zusammenflusse beider Canäle bildet, in einer Strecke von $2^1/_2$—$2^3/_4$ Mm. Länge und $3^3/_4$—4 Mm. Breite; — beim Kalbe von $6^1/_2$—7 Mm. und beim Schafe von $5^3/_4$—6 Mm. Die Fasern gehen weiter zum oberen und unteren Lide und indem sie sich von innen nach aussen begeben, überschreiten sie ebenfalls den oberen und unteren Rand der Augenhöhle. Hierbei befestigen sich einige der innersten Fasern am freien Rande

1) Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugethiere. 4. Aufl. Berlin 1860. S. 236.

der Lider, während die peripherischen in die benachbarten Unterhautmuskeln übergehen. Am äusseren Augenwinkel begegnen sich die Fasern vom oberen und unteren Lide unter einem spitzen Winkel und befestigen sich durch festes Bindegewebe am Jochbeine, entsprechend dem äusseren Augenwinkel.

Beim Kaninchen ist der Ringmuskel sehr stark entwickelt und seine Fasern befestigen sich nicht am Thränencanale und Sacke; diese Theile besitzen aber einen besonderen Muskel, welcher vom vorderen Theile des oberen Randes des Jochbogens beginnt, in einer Strecke von 5 Mm.; vom vorderen Ende des Bogens gehen die Fasern nach oben, der Muskel wird breiter und befestigt sich an die äussere Fläche der Thränencanäle und des Sackes in einer Strecke von 5—5½ Mm. Einige Fasern dieses Muskels, die vom Knochen am inneren Augenwinkel beginnen, verflechten sich mit den Fasern des Ringmuskels. Die Länge dieses Muskels beträgt von 9½—11 Mm., seine Breite unten 5 Mm. und oben 6—7 Mm.

Aus dem Gesagten über den Ringmuskel lässt sich entnehmen:

1) dass man am Ringmuskel des Menschen allenfalls nur einen Palpebral- und Orbitaltheil unterscheiden kann;

2) der Erste beginnt mit einer Sehne (tendo orbicularis) vom aufsteigenden Aste des Oberkiefers, ausserdem von der lateralen Wand des Thränensacks und der Thränencanäle;

3) einige Fasern dieses Theiles endigen am freien Augenlidrande; die übrigen begegnen sich am äusseren Augenwinkel unter spitzem Winkel und befestigen sich durch starkes Bindegewebe am Rande der Augenhöhle, während einige Fasern beim Uebergange von unten nach oben mit einander anastomosiren;

4) die Fasern des Orbitaltheils beginnen von der vorderen Fläche des aufsteigenden Astes des Oberkiefers, vom Rande der Augenhöhle und vom vorderen Rande der lateralen Wand des Thränensackes.

5) die Bündel dieses Theiles verlaufen lateralwärts, einige

Fasern gehen zur Haut der Wange und zu einigen benachbarten Muskeln; die übrigen steigen zur Schläfe empor, wenden sich wieder medianwärts und endigen am inneren Rande der Augenhöhle, dem Thränensacke, der Crista lacrymalis und dem aufsteigenden Aste des Oberkiefers. Einige peripherische Fasern endigen im Unterhautgewebe der Schläfen- und Stirn-Gegen.d

6) Am inneren Augenwinkel ist noch ein eigner Muskel als Herabzieher der Augenbraue zu unterscheiden;

7) bei den untersuchten Hausthieren beginnt der Ringmuskel von der vorderen Fläche des Oberkiefers und der Thränencanäle und befestigt sich am äusseren Augenwinkel;

8) beim Kaninchen gehen die Fasern dieses Muskels weder zu den Canälen, noch zum Thränensacke, sondern an diese Organe befestigt sich ein eigener selbstständiger Muskel.

Der Augenbrauenrunzler (M. corrugator supercilii.)

Dieser Muskel wird meistens als ein selbstständiger angenommen, während Einige ihn zum Ringmuskel zählen. Fabricius[1]) meint schon, dass „Orbicularis palpebrarum est una cum supercilii musculo." In der letzten Zeit wird er von J. Henle[2]) und H. Luschka[3]) vollständig mit dem Ringmuskel vereinigt, was auch bei H. Meyer[4]) und nach dem Beispiele von Henle bei Langer[5]) geschieht. Deswegen wurde bei der Untersuchung des Ringmuskels auch dieser Muskel nicht ausser Acht gelassen. In den Werken, wo man diesen Muskel als selbstständig anerkennt, wird er folgendermaassen beschrieben: Er beginnt vom Stirnbeine, sogleich über dem Nasenknochen, und verläuft zwischen dem oberen

1) De oculo. Pars III, cap. 14. S. bei B. S. Albini, Hist. Musculor. pag. 148.

2) l. c. pag. 143.

3) Anat. d. Mensch. III. Bd. 2. Abth. Der Kopf. Tübingen 1867. pag. 305.

4) Lehrb. d. Anat. d. Mensch. 2. Aufl. Leipzig 1861. pag. 331.

5) Lehrb. d. Anat. d. Mensch Wien 1865. pag. 233.

Rande der Augenhöhle und dem Augenbrauenbogen oder mehr auf dem letzteren nach aussen und lässt sich bis gegen die Schläfengrube verfolgen (Theile); seine Fasern treten zwischen den Fasern des Ring- und Stirnmuskels hindurch und setzen sich in der Haut der Augenbrauen an. Bei meinen Untersuchungen überzeugte ich mich, dass dieser Muskel selbstständig ist.

Ursprung. Er beginnt vom Nasentheile des Stirnbeins, von der fossa trochlearis medianwärts bis zur Glabella, wo sich seine Bündel manchmal in der Mitte mit den Bündeln der anderen Seite begegnen, meistens bleibt hier zwischen ihnen ein Raum von 5—10 Mm.; ausserdem beginnt dieser Muskel vom Rande der Augenhöhle, von der fossa trochlearis bis zur incisura supraorbitalis; von diesen letzten Fasern gehen einige oft in den Ringmuskel über.

Verlauf. Die Bündel dieses Muskels begeben sich nach oben und lateralwärts, wobei sie den Anfang des Stirnmuskels bedecken, und verlaufen zwischen dem Rande der Augenhöhle und dem Augenbrauenbogen und über diesen Bogen.

Insertion. Die meisten Fasern dieses Muskels endigen in der Haut, entsprechend dem mittleren Drittel des oberen Randes der Augenhöhle, und in einigen Fällen noch weiter lateralwärts. Einige tiefe Fasern des Augenbrauenrunzlers gehen in den Stirnmuskel über, während einige von den oberflächlichen, besonders die näher zum Augenrande gelegenen, wie schon bemerkt, in den Ringmuskel übergehen. Dieser Muskel ist in einigen Fällen sehr schwach entwickelt und nimmt nur die Hälfte des beschriebenen Raumes ein. Seine Breite beträgt 10—16 Mm., bei Neugeborenen 5—6 Mm., seine Länge ist = 21—35 Mm., bei Neugeborenen = 13—16 Mm., seine Dicke = $1\frac{1}{2}$—$2\frac{1}{2}$ Mm., bei Neugeborenen $\frac{3}{4}$—1 Mm.

Der Thränenmuskel (M. lacrymalis s. m. Horneri auct. s. m. Rosenmülleri s. tensor tarsi s. sacci lacrymalis).

Dieser Muskel wird gewöhnlich als M. Horneri oder als Horner'scher Ursprung des Ringmuskels beschrieben; diesen

Namen trägt er aber mit Unrecht, weil er zuerst durchaus nicht von Horner, sondern schon 75 Jahre früher von Guisch. Jos. Duverney[1]), der ihn 1749 und dann noch einmal 1761[2]) beschrieb, erwähnt wurde. Er führt ihn mit folgenden Worten an: „L'orbiculaire rejetté on peut trouver un petit muscle, qui prend origine de la partie anterieure de l'os planum et vient s'insérer à la partie interne du tendon mitoyen à l'opposé de celle de l'orbiculaire.“ Im zweiten Werke fügt er noch hinzu: „c'est un petit muscle que j'ai observé il y a longtemps.“ Nach Duverney wurde dieser Muskel 1826 von J. Rosenmüller[3]) erwähnt, er nennt ihn m. sacci lacrymalis und sagt: „post saccum autem lacrymalem musculus sacci lacrymalis, parvus musculus, qui a posteriore fossae lacrymalis margine ortus, posteriori utriusque tarsi superficiei adhaeret.“ Weiter beschrieb ihn Trasmondé[4]) 1823. In den Werken, wo er als Horner'scher Muskel beschrieben wird, führt man einen 1824 von Horner gedruckten Aufsatz[5]) an. Im Meckel'schen Archiv[6]) befindet sich ein Referat des Aufsatzes vom Professor der Anatomie Horner, betitelt: „Beschreibung eines mit dem Auge verbundenen Muskels“, welcher der Lond. Medic. Repository etc. Vol. 18 pag. 32 entnommen ist, wo dieser Muskel folgendermaassen beschrieben wird: „Es ist ein kleiner länglicher Muskel, der sich hinten an den Thränengängen befindet. Er kommt vom Thränenbein nahe an dessen Verbindung mit der Papierplatte des Riechbeins, geht nach vorn und aussen und endigt am inneren Augenwinkel in der Gegend der Thränenpunkte. In der Nähe der Augenlider spaltet er sich in zwei Theile, wovon sich der eine in das obere, der andere in

1) L'art de disséquer méthodiquement les muscles du corps humain. Paris 1749. Chapitre VI. pag. 37.

2) Oeuvres anatomiques. T. I. Paris 1761. p. 130.

3) Compendium anatomicum in usum praelectionum. Lipsiae 1816. pag. 241.

4) Intorno la scop. di due nerv. dell'occh. uman. Roma 1823. Das Original konnte ich nicht bekommen. S. b. Maier l. c. pag. 47.

5) Philadelphia. Journ. Novemb. 1824. pag. 98. Das Original konnte ich sogar nach einer Anfrage in Philadelphia nicht bekommen.

6) Deutsches Archiv f. d. Physiol. Halle 1823. pag. 409 410.

das untere Augenlid senkt. Die obern Fasern verschmelzen mit dem Augenlidschliesser, die unteren dagegen inseriren sich völlig abgesondert. Der Muskel ist etwa 6 Linien lang und 3 Linien breit, sein oberer und unterer Rand scharf begrenzt." Dieses Referat wird nur von Moll[1]) angeführt; er meint, dass im London. Medic. Reposit. der Aufsatz aus dem Philadelphia Journ. genommen ist, wo er von Horner 1824 gedruckt war, er lässt aber hierbei ausser Acht, dass das Referat im Meckel'schen Archiv schon 1823 erschienen ist. Daraus folgt, dass Horner diesen Muskel schon vor 1823 beschrieben hat, und dass der Aufsatz, der in allen Werken angeführt wird, entweder gar nicht existirte, oder schon eine zweite Beschreibung dieses Muskels von demselben Autor ist. Paul Dubois[2]) hat auch diesen Muskel im Jahre 1824 beschrieben; das Original dieser Beschreibung habe ich nicht bekommen können und deswegen kann ich sie nicht anführen. Endlich ist dieser Muskel noch von J. Osborne[3]), unter dem Namen des Horner'schen Muskels, beschrieben; er führt an, dass dieser Muskel vom Periost des Thränenbeins und der Crista lacrymalis entsteht und bis zu den Thränenpunkten reicht. Aus dem Gesagten folgt, dass dieser Muskel zuerst von Duverney beschrieben worden ist und daher mit Unrecht Horner's Namen trägt; weiter ist er der Beschreibung nach ein selbstständiger Muskel, der vom Thränenbeine beginnt und am Thränensacke und Canale endigt. Foltz[4]), Richet[5]), Sappey[6]), Lauth[7]), Bochdaleck[8]), Quain-Sharpey[9]) und Fr. Arnold[10]) nehmen diesen Mus-

1) l. c. pag. 88.
2) Thèse pour l'aggrégation, 1824. S. Richet. l. c. p. 359.
3) Darstellung des Apparates zur Thränenableitung. Prag 1835. pag. 18.
4) l. c. pag. 232.
5) l. c. pag. 359.
6) l. c. tome prém. 1850. pag. 225.
7) Nouveau manual de l'anatomiste. Paris 1829. S. Maier l. c. pag. 47.
8) Prager Vierteljahrsschrift. 1861. Bd. I. Literar. Anzeiger. S. 9.
9) Op. c. pag. 173.
10) l. c. II. Bd. 2. Abth. pag. 979.

kel als selbstständig an, die beiden letzteren meinen schon, dass er von der Crista lacrymalis beginnt und damit endigt, dass er in die Fasern des Ringmuskels übergeht; Sappey führt an, dass er an dem Palpebralknorpel endigt und Lauth — an dem Winkel der Thränenpunkte. In den übrigen Hand- und Lehrbüchern wird die Selbstständigkeit dieses Muskels nicht anerkannt und er wird zum Ringmuskel zugezählt, indem die Fasern dieses letzten Muskels, die von der Crista lacrymalis posterior kommen, als Horner'scher Ursprung dieses Muskels angeführt werden, wie es z. B. bei Hyrtl[1]), Theile[2]), Henle[3]), Langer[4]), Arlt[5]), Moll[6]), Maier[7]), Malgaigne[8]), Luschka[9]) u. s. w. geschieht. Henke[10]) und nach dessen Beispiel Olschewsky[11]) nennen diesen Theil des Ringmuskels den M. lacrymalis posterior. Der Letztere verwechselt ihn noch mit dem M. ciliaris: Bourjot Saint-Hilaire[12]) nennt den M. lacrymalis: „dilatateur inférieur du sac", und Malgaigne, der den Horner'schen Muskel als Bündel des Ringmuskels annimmt, meint, dass der eben erwähnte von Bourjot beschriebene Muskel ein selbstständiger Muskel sei, der schon früher von Duverney beschrieben worden ist.

Ganz eigenthümlich beschreibt diesen Muskel A. Weber[13]); es scheint, als wenn es ihm nicht ganz klar war, was als

---

1) l. c. pag. 356 und Handbuch der topograph. Anat. 4. Aufl. 1. Bd. Wien 1860. pag. 178.

2) l. c. pag. 29.

3) l. c. pag. 140.

4) l. c. pag. 233.

5) l. c. pag. 67 und die Krankh. des Auges. III. Bd. Prag 1859. pag. 338.

6) l. c. pag. 89.

7) l. c. pag. 47.

8) l. c. pag. 73.

9) l. c. pag. 373.

10) l. c. pag. 713.

11) Анатомія и физіологія органа зрѣнія. С. Петербургъ 1861. pag. 78.

12) l. c. pag. 715.

13) l. c. Augustheft pag. 337—339.

Horner'scher Muskel bezeichnet wird, und daher beschreibt er unter diesem Namen einen Muskel, wie er nie von Horner weder gekannt noch beschrieben worden ist. Er führt an, dass dieser Muskel von dem oberen Drittel der crista lacrymalis und der äusseren Fläche der Aponeurose des Thränensacks entspringt; in einer Breite von 5—6 Mm. zieht er sich, in einen einzigen viereckigen Bauch zusammengefasst, horizontal bis zum inneren Lidwinkel hin, den Anfangstheil der Thränenröhrchen einhüllend, und theilt sich jetzt in einen oberen und unteren Strang; diese treten auf die Vorderfläche der Lider hervor und ziehen sich, immer breiter werdend (!) und mit ihren inneren Fasern den Orbitalrand der Tarsi deckend (!), gegen den äusseren Lidwinkel hin, wo sie 3—5 Mm. von diesem Winkel entfernt (!) in einer Breite von 5—7 Mm. an die Verbindungslinie des äusseren Lidwinkels, mit dem Ansatzpunkte des lig. palp. exter. sich festsetzen. Noch mehr zu diesem Aufsatze zurückzukehren halte ich für unnütz, da er überall denselben Charakter der Oberflächlichkeit behält.

Aus dem über den M. lacrymalis Gesagten erweist sich, dass er schon 6 Mal entdeckt worden ist. Zuerst wurde er von Guich. Jos. Duverney, das erste Mal 1749 und zum zweiten Male 1761 beschrieben. Weiter führt ihn Rosenmüller 1816 an, Horner vor 1823, Trasmondi 1823, Paul Dubois 1824 und zuletzt Bourjot-Saint-Hilaire 1835. Dessen ungeachtet wird dieser Muskel überall als Horner'scher Muskel angeführt, in den meisten anatomischen und ophthalmologischen Werken seine Selbstständigkeit geleugnet und er nur als Ursprungstheil des Ringmuskels betrachtet. — Bei meinen Untersuchungen überzeugte ich mich von der Selbstständigkeit dieses Muskels und meine ihn richtiger nach Krause und Arnold Thränenmuskel (M. lacrymalis) zu nennen.

Der abpräparirte Thränenmuskel erweist sich folgendermaassen: seine Fasern sind gewöhnlich etwas blasser als die Fasern des Ringmuskels, dieser Unterschied ist besonders bei den Neugeborenen auffallend.

Ursprung. Er beginnt von der Mitte der Orbitalfläche

des Thränenbeins, der hintere Rand dieses Ursprungs bildet eine bogenförmige Linie, deren Convexität nach hinten gerichtet ist, die Länge dieser Linie beträgt 5, 6 und bis 7 Mm., bei Neugeborenen von $3^1/_2$—4 Mm.; nach vorn reicht der Ursprung bis zur crista lacrymalis posterior; die Länge des Ursprungs von hinten nach vorn ist $2^1/_2$—3 bis $3^1/_2$ Mm.

Verlauf. Die Bündel dieses Muskels begeben sich lateralwärts und etwas nach vorn und bilden einen quadratförmigen Körper, dessen obere und untere Ränder etwas ausgeschweift sind und mit ihren Convexitäten zur Mittellinie des Muskels sehen. In einer Entfernung von 6—8 bis 9 Mm. von der hinteren Grenze des Ursprungs theilt sich der Muskelkörper in einen oberen und unteren Bündel, die den oberen und unteren Thränencanälen entsprechen.

Insertion. Schon vor der Theilung befestigen sich einige Fasern an der lateralen Wand des Thränensackes und an der hinteren Wand des gemeinschaftlichen Theiles der Thränencanäle. Nach der Theilung bedeckt jeder Ast dieses Muskels die hintere Wand und den convexen Rand des entsprechenden Canals, wobei die Muskelbündel je näher zu den Thränenpunkten desto dünner werden, weil sich ihre Fasern an der ganzen hinteren Wand und den Rändern der Canäle befestigen. Längs den convexen Rändern beider Canäle zeigt sich immer ein schmaler Streifen Bindegewebe oder Fett, das zwischen der Insertion des M. lacrymalis an der hinteren Wand und dem Ursprunge der Fasern des Ringmuskels vor der vorderen Wand der Thränencanäle und des Sackes gelagert ist. Die Länge des ganzen Muskels ist = $12^1/_2$—15 Mm., bei den Neugeborenen 10—11 Mm.; die Dicke des Muskelkörpers 1—$1^1/_4$ bis $1^1/_2$ Mm., bei Neugeborenen $^3/_4$—1 Mm.

Aus der Beschreibung folgt:

1) dass der M. lacrymalis ein selbstständiger Muskel ist;

2) dass er von der inneren Fläche des Thränenbeins beginnt und sich am Thränensacke und beiden Thränencanälen befestigt;

3) dass er von Duverney 1749 entdeckt worden ist und

der Name eines „Horner'schen Muskels“ ganz weggelassen werden muss.

Die Thränencanäle, der Thränensack und der Thränen-Nasen-Canal [1]).

A. Thränencanäle.

Die Thränencanäle (canaliculi lacrymales s. cornua limacum) beginnen mit den Thränenpunkten an der Spitze der konischen Thränenwärzchen (papillae lacrymales) beider Lider; diese Wärzchen sind meistens nach innen und etwas nach hinten geneigt und gewöhnlich sind sie so gelagert, dass beim Schliessen der Lider das untere Wärzchen sich nach aussen vom oberen befindet. Die Canäle, die mit diesen Punkten beginnen, gehen etwas schräg nach unten — am unteren Lide, und nach oben — am oberen, wobei sie sich bedeutend erweitern, so dass ihr transversaler Durchmesser bis $1^1/_2$—$1^3/_4$ Mm. steigt. Weiter verlaufen sie fast unter einem rechten Winkel medianwärts, und hierbei begiebt sich der untere Canal etwas nach oben und der obere nach unten. In der Mitte stossen die beiden Canäle zusammen, vereinigen sich zu einem allgemeinen Theile und endigen mit einer Oeffnung in der lateralen Wand des Thränensackes und gewöhnlich näher zu seinem hinteren Rande als zum vorderen, in einer Entfernung von $1^1/_2$—2 Mm. und sogar bis $3^1/_2$ Mm. vom oberen blinden Ende des Sackes. In sechs Fällen öffneten sich diese Canäle im obersten Ende des Sackes. An der vorderen Wand des gemeinschaftlichen Theiles der Canäle befindet sich die oben erwähnte Inscription. Beim Eröffnen dieses gemeinschaftlichen Theiles erblickt man längs dessen hinterer Wand eine kleine Falte, die die Fortsetzung der inneren (concaven) Ränder der Canäle darstellt, und sich mehr und mehr verkleinernd, fast bis zum Eingange der Canäle in den Sack reicht. In 4 Fällen sah ich diese Falte weiter in den Sack bis zur Mitte des freien Randes der Plica sacci lacrymalis superior

1) Bei der Beschreibung des Thränenapparates werde ich nur einiger Eigenheiten gedenken, die mir begegnet sind, so wie einiger Falten und Klappen, die sich hier befinden.

gehen; hier auf der Verbindungsstelle dieser beiden Falten befand sich ein kleines Knötchen, ungefähr dem Nodulus Arantii der Semilunarklappen ähnlich. Der vertikale Theil der Canäle ist von $1^{1}/_{2}$—2 Mm. lang; der horizontale am unteren Lide von $6^{1}/_{2}$—$7^{1}/_{2}$ Mm., am oberen von 7—8 Mm.; der transversale Durchmesser dieses Theiles ist = 1—$1^{1}/_{4}$ Mm.; die Länge des allgemeinen Theiles ist = 2—3 Mm.; die Breite von $1^{1}/_{2}$ bis 2 Mm. An 112 Augen, welche zur Untersuchung dieser Canäle dienten, sah ich nur 3 Mal, dass der obere und untere Canal sich einzeln in den Sack öffneten, bei einem Weibe an beiden Augen und bei einem Manne an einem Auge Diese Verhältnisse sind deshalb bemerkenswerth, weil z. B. Osborne[1]) anführt, dass in 50 Fällen er nur 8 Mal fand, dass diese Canäle sich mit einer allgemeinen Oeffnung am Sacke endigten. E. Huschke[2]) meint, dass der Uebergang der Canäle in den Sack mit einer Oeffnung sich verhalte zu dem Uebergange mit gesonderten Oeffnungen wie 1 : 7. Ueberhaupt nehmen die meisten deutschen Anatomen, wie z. B. Maier[3]), J. F. Meckel[4]), J. C. Rosenmüller[5]), H. Meyer[6]), Fr Arnold[7]), J. Hyrtl[8]) u. s. w. an, dass diese Canäle immer oder wenigstens oft in den Sack mit gesonderten Oeffnungen übergehen; während die französischen Autoren, wie z. B. B. Foltz[9]), der an 70 Augen untersuchte, nie gesonderte Oeffnungen in dem Sack sahen; J. F. Malgaigne[10]), A. Richet[11]), Ph. C. Sap-

1) L. c. pag. 11.

2) J. Th. v. Soemmering: Vom Baue des menschlichen Körpers. Bd. V. Leipzig 1844. p. 645.

3) Beschreibung des ganzen menschl. Körpers. 1788. S. R. Maier. l. c. p. 12.

4) l. c. p. 69.

5) Part. ext. oculi hum. imp. org. lacrym. desc. anat. Lips. 1797. pag. 39.

6) l c. pag. 330.

7) l. c. pag. 992.

8) l. c. pag. 495.

9) l. c. pag. 230—231.

10) l. c. pag. 713.

11) l. c. pag. 359.

pey[1]) u. s. w. behaupten, dass die Canäle sich vereinigen und dann mit einer allgemeinen Oeffnung in den Sack treten. Der Letztere glaubt sogar, dass das von ihm Gefundene vielleicht eine nationale Eigenthümlichkeit der Franzosen sei, und dass in Deutschland die Canäle mit einzelnen Oeffnungen in den Sack treten. Dass es nicht so ist, beweisen die Untersuchungen von Bochdaleck[2]), die mehr mit den französischen übereinstimmen.

Beim queren Durchschnitte eines Canals bemerkt man in der Mitte eine enge Spalte, die durch eine vordere und hintere Wand, einen oberen und unteren Rand begrenzt wird. Die Flächen der Wände sind etwas schräg gestellt, so dass die Ränder, die zur Augenspalte gewandt sind, am unteren Lide — der obere Rand, am oberen — der untere, sich etwas mehr nach vorne richten, als die Ränder, die zu dem Rande der Orbitalhöhle gerichtet sind; ausserdem sind die ersten Ränder etwas concav und die letzteren convex; die Wände der Canäle berühren sich. Die von Foltz[3]) am Anfange der Canäle beschriebenen Klappen habe ich nicht gesehen, aber Vertiefungen an den inneren Rändern der Canäle, die durch Falten begrenzt werden, habe ich beobachtet, wenn auch nicht immer und nicht in so grosser Zahl, wie sie Foltz beschreibt.

B. Thränensack.

Der Thränensack (saccus lacrymalis) nimmt den ganzen knöchernen Halbcanal ein, zwischen der Crista anterior und posterior. Seine Länge von oben nach unten ist = 11—12 Mm., selten 13 und sogar 14 Mm., seine Breite in der Mitte ist = 4½—5, selten 6 Mm., unten beim Uebergange in den Canalis naso-lacrymalis ist sie = 2½—3—3½ Mm. Hieraus folgt, dass die breiteste Stelle des Sackes in der Mitte ist und dass

---

1) l. c. pag. 613 u. 614.

2) Prager Vierteljahrsschrift für die prakt. Heilk. II. Bd. 1866. pag. 125.

3) l. c. pag. 229 u. 230.

er nach unten enger wird. Osborne[1]) meint, dass dieser Theil des Thränenapparats ganz unrecht den Namen eines Sackes trägt, da damit, wie er glaubt, die falsche Vorstellung genährt wird, dass dieser Theil wirklich eine Art Sack und breiter als der Canalis naso-lacrymalis sei, was nach seiner Meinung sehr selten vorkommt und schon eine anomale Erscheinung ist. Mit dieser Ansicht kann man nicht übereinstimmen, da in allen Fällen (108 Messungen), die ich Gelegenheit hatte zu untersuchen, die Mitte des Sackes immer die breiteste Stelle des Thränenapparates bildete, was sich auch aus den angeführten Zahlen ergiebt. Beim horizontalen (queren) Schnitt des Sackes zeigt sich längs der Mitte eine quere Spalte, die von einer lateralen und etwas nach vorne gekehrten, und von einer medialen — etwas nach hinten stehenden — Wand begrenzt wird; die Wände treffen in einen vorderen und etwas medianwärts sehenden und in einen hinteren, etwas lateralwärts gekehrten, scharfen Rand zusammen. Die Spalte enthält gewöhnlich eine kleine Quantität Schleim. In den oberen Theil der lateralen Wand des Sackes treten mit einer gemeinschaftlichen Oeffnung, wie schon oben gesagt wurde, die Thränencanäle ein.

C. Thränennasencanal.

Der Thränennasencanal (Canalis naso-lacrymalis) ist in Knochenwänden eingeschlossen, die dem Thränenbeine, dem Oberkiefer und theilweise der Concha inferior angehören, und verläuft von oben nach unten, wobei er sich etwas schlängelt, wie nach dem Rande, so auch nach der Fläche. Die Flächen richten sich nämlich zuerst lateralwärts in der oberen Hälfte des Canals und dann mehr medianwärts in der unteren Hälfte. Die grösste Curvatur aber ist die obere, so dass, wenn man von der Mitte der oberen Oeffnung des Knochencanals eine Linie gerade nach unten führen wollte, die untere Nasalöffnung mehr lateralwärts gelagert sein würde. Die Ränder dieses Canals sind zuerst mehr nach hinten gerichtet, dann nach vorne, und zuletzt

---

1) l. c. pag. 14.

sehen sie wieder nach hinten. Beim transversalen Durchschnitte zeigt sich eine enge Höhle, die mit einer kleinen Quantität Schleim gefüllt ist; sie wird durch zwei seitliche Wände begrenzt, die in einen vorderen und hinteren Rand zusammentreffen. Die Richtung des Canals ist hier beschrieben, wie sie sich darstellt, wenn man die innere knöcherne Wand, die zur Nasenhöhle gewendet ist, wegnimmt, nachdem man den Schädel vertical längs der Mittellinie durchgesägt hat. Die Länge dieses Canals längs der lateralen Wand ist = 16—25, sehr selten bis 28 Mm.; längs der medialen Wand = 11—14 bis 19 und sogar bis 24 Mm.; die Breite oben ist = 2—3 bis 3½ Mm., unten 3—4 und bis 5 Mm. Der untere Theil der medialen Wand des Canals wird nicht vom Knochen begrenzt, sondern hier bildet sich die Wand nur aus einer Schleimhautduplicatur, deren unterer freier Rand die untere Oeffnung dieses Canals von oben begrenzt. Diese Oeffnung selbst ist meistens vertical gestellt, so dass sie gerade medianwärts in die Nasenhöhle sieht. Ihre Form und Lage variirt so sehr, dass es schwer fällt, eine Norm aufzustellen. Sie erscheint als schiefe oder transversale Spalte von ovaler, runder, halbrunder, dreieckiger u. s. w. Form; zuweilen erwiess sie sich als ovalrinnenförmige Oeffnung, mit einer winkligen Einknickung in der Mitte, oder es waren zwei ovale Oeffnungen, die durch eine Brücke getheilt wurden. Die Lage dieser Oeffnung war auch sehr verschieden; ihr unterer Rand ist in einigen Fällen nur 4 und sogar bis 2 Mm. von der unteren Wand der Nasenhöhle entfernt, in einigen Fällen hingegen ist sie auf 11—13 Mm. von dieser Wand gelegen. Vom vorderen, knöchernen Rande der äusseren Nasenöffnung ist sie 10—13 und bis 17 Mm. entfernt; die Länge dieser Oeffnung ist = 1½—2—4 und bis 8 Mm., und die Breite ¾—2 bis 5 Mm. In einigen Fällen war diese untere Oeffnung so klein, dass man nur mit Mühe eine sehr dünne Sonde, oder sogar nur eine Borste, durchführen konnte. Diese Oeffnung geht nach unten in eine kleine Rinne über oder sie wird hier durch eine Duplicatur der Schleimhaut begrenzt, so dass über dem unteren Ende der lateralen knöchernen Wand des Canales eine kleine Falte her-

vorsteht, die den unteren Rand dieser Oeffnung bildet. Die Schleimhautduplicatur an der medialen Wand des Canals, die meistens diese Oeffnung von oben begrenzt, ist schon von J. Bapt. Morgagni[1]) beschrieben und abgebildet. Nach ihm gedenkt ihrer Rosenmüller[2]), indem er sagt: „haec membrana (d. i. membrana pituitaria), cum ductu nasali descendente conjuncta, conformat plicam, quae tegit latus externum ductus.“ Dieser Falte wird auch in dem von E. H. Weber[3]) herausgegebenen Werke erwähnt; dessen ungeachtet meint Hyrtl[4]), dass sie Hasner[5]) der Vergessenheit entrissen hat, und für dieses, nach seiner Meinung, unbestreitbare Verdienst nennt er diese freie Endigung der medialen Wand des Canals — Hasner'sche Klappe. Diese Meinung ist ganz unhaltbar, weil nicht Hasner an diese Falte zuerst erinnert (im Jahre 1848), sondern schon 13 Jahre früher J. Osborne[6]) (1835), der diese sogenannte Klappe an 150 Thränennasencanälen untersucht und sie sehr genau beschrieben hat, während sie von Hasner bei Weitem oberflächlicher und wahrscheinlich weniger untersucht wurde, da er meint, dass das untere Ende des Thränennasencanals eine horizontale, spaltenartige Oeffnung bildet, deren grösster Durchmesser = 1''' ist. Osborne dagegen, der 150 Canäle untersucht hat, sagt, dass man hier keine Norm aufstellen kann, womit auch das oben Angeführte vollständig übereinstimmt. Daraus folgt, dass die von Hyrtl eingeführte Benennung einer Hasner'schen Klappe — die in allen Hand- und Lehrbüchern angenommen wird — unrichtig ist und deswegen der Vergessenheit übergeben werden muss. Wenn man dagegen dieser Schleimhautduplicatur den Namen einer Klappe geben will, so ist es richtiger, sie Morgagni'sche Klappe zu nennen.

1) Adversaria anat. omnia. I. Lugd. Batav. 1723. pag. 28.

2) l. c. 1797. § 129—130. pag. 40 u. 41.

3) Handb. d. Anat. des menschl. Körpers von Joh. Chr. Rosenmüller, 4. Aufl., herausgeg. v. Er. H. Weber. Leipzig 1828. pag. 429.

4) Handb. der topograph. Anat. pag. 171.

5) Ueber die Bedeutung der Klappe des Thränenschlauches. Prag. Vierteljahrsschrift 1848. 2. Band. pag. 155—163.

6) l. c. pag. 17 u. 54.

Henle[1]) behauptet, dass der untere Theil des Thränencanals nicht von einer Klappe geschlossen wird, sondern durch compressibles cavernöses Gewebe, welches den unteren Theil und die Oeffnung des Canals umgiebt.

D. Klappen.

Im Thränensacke und im Thränennasencanale sind noch folgende Klappen beschrieben worden.

Rosenmüller[2]) beschrieb eine Falte, die sich vor dem Eingange der Thränencanälchen in den Sack befindet; diese Falte nannte Rosas — Plica Rosenmülleri. Unter diesem Eingange beschrieb Huschke[3]) eine Falte, die er Valvula sacci lacrymalis nannte; er sagt, dass ihr freier, mehr als halbkreisförmiger Rand nach oben gerichtet ist, und dass die Mündung der Canäle von ihrer grössten Breite (von 1''') bedeckt wird. Eine ähnliche Beschreibung dieser Klappe macht auch Fr. Arnold.[4]) Sie wurde noch von Beraud[5]) unter dem Namen einer: „Valvule supérieure du sac lacrymal," beschrieben; hierbei bemerkt er, dass diese Klappe circulär sein kann und, die Mündung der Canäle umfassend, eine Art Diaphragma bildet, das in der Mitte durchbohrt ist. Er beschreibt hier ausserdem noch zwei kleine Knötchen (deux petits tubercules mamellonnés), die am oberen und unteren Theil der Mündung der Canäle gelagert sind. Bochdaleck[6]) giebt der circulären Form dieser Klappe den Namen einer „Kuppelklappe," und beschreibt noch verschiedene Variationen dieser Klappe, unter denen besonders die Modification bemerkenswerth ist, wo die Klappe sich nach unten bis zur Beraud'schen Klappe, oder sogar bis zur unteren Oeffnung

1) l. c. Bd. II. p. 715.

2) l. c § 125 pag. 39 und bei Er. H. Weber, l. c. pag. 429.

3) Eingeweidelehre, l. c. pag. 645.

4) Bd. II. Abthl. 2. pag. 992.

5) Description d'une valvule inconnue jusqu'ici et qui existe dans les voies lacrymales chez l'homme. Gaz. médicale de Paris, N. 26. 1851, pag. 413 und Gaz. des hôp. 79. 1851.

6) Prager Vierteljahrsschrift. 1866. II. Bd. pag. 125—127.

des Thränenkanals fortsetzt; ausserdem gedenkt er auch der eben angeführten Knötchen.

Im eben erwähnten Aufsatze beschreibt Beraud noch eine Klappe, die schon früher von C. Fr. Krause[1]) erwähnt worden ist. Sie befindet sich zwischen dem Thränensacke und dem Thränennasencanal, sie ist an der lateralen Wand des Canals gelagert und begiebt sich zum vorderen Rande desselben; sie ist 1 Mm. und mehr hoch und dicker als die obere Falte; um sie zu sehen, muss die Nasalwand des Knochencanals abgenommen werden. Beraud nennt sie: „Valvule inférieure du sac lacrymal." An dieser Stelle des Thränenapparates hat Arlt[2]) auch eine circuläre Falte oder Verengerung gesehen; Bochdaleck[3]) beschreibt hier auch Diaphragma ähnliche Falten, bei denen er in einem Falle nur mit vieler Mühe eine schiefe Oeffnung entdecken konnte; er hat diese Falte auch spiralförmig bis zur Nasenmündungsklappe sich herabwinden gesehen. Verengerungen an dieser Stelle wurden schon, wie R. Maier[4]) anführt, von J. G. Zinn[5]) gesehen; der letztere meint, dass der Thränengang zuweilen durch Ligamente wie eingeschnürt sei. Weiter nimmt Le Cat[6]) ein eigenes ligamentöses Band an, welches sich mehr zur Mitte des Nasencanals befinden soll. Endlich glaubt Janin[7]) einen Sphincter in der Mitte dieses Canals annehmen zu müssen. Krause[8]) führt hier auch eine Verengerung an. Bochdaleck[9]) spricht noch von Schleimhautbalken an dieser Stelle.

---

1) Handbuch der menschl. Anat. Hannover 1842. I. Bd. 2. Th. pag. 519.

2) Arch. f. Ophthalmol. Bd. I. Abthl. 2. pag. 144.

3) l. c. pag. 128 u. 129.

4) l. c. pag. 15.

5) Descriptio oculi humani. 1775.

6) Traité de sens. Paris 1767.

7) Mém. et observ. anat. physiol. et phys. sur l'oeil. Lyon et Paris 1772.

8) l. c. pag. 519.

9) l. c. pag. 130.

1. *Plica sacci lacrymalis superior.*

Von diesen Falten kam am öftersten die obere (Plica sacci lacrymalis superior) vor; sie befindet sich gewöhnlich unter der Oeffnung der Thränencanäle in den Sack, beginnt von dieser Oeffnung und richtet sich nach hinten und unten zur medialen Wand des Sackes, wo sie sich verliert. Ihre grösste Länge erwiess sich bis $5^1/_2$—$7^1/_2$ Mm. und ihre grösste Breite von 1 bis $1^1/_4$ Mm., gewöhnlich ist sie kleiner und verdient nicht den Namen einer Klappe; in einigen Fällen (3) habe ich sie ganz vermisst; circulär war sie 2 Mal; dass sie spiralförmig in ein Septum überginge, habe ich nicht gesehen. Die von Beraud beschriebenen Knötchen am Rande der Thränencanälchen-Oeffnung scheinen pathologische Erscheinungen zu sein. Ich habe in 10 Fällen polypöse Wucherungen an dieser Oeffnung gesehen, die das Aussehen kleiner Knötchen hatten; es können auch kleine bläschenartige Knötchen die ganze Oeffnung umgeben und sogar zum Lumen des Sackes etwas hervorstehen. In den Fällen, wo die Plica sacci lacrymalis superior fehlte, war die Mündung der Thränencanäle mit einer circulären, wallartigen Erhöhung umgeben.

2. *Plica sacci lacrymalis inferior.*

Die Falte zwischen dem Sacke und dem Thränennasencanale (Plica sacci lacrymalis inferior) kommt seltener vor, und um sie besser zu sehen, habe ich, nach Berauds Rathe, die mediale zur Nasenhöhle gerichtete Wand geöffnet, weil diese Falte, wenn sie nicht circulär ist, meistens an der lateralen Wand des Canals gelagert ist. Sie ist gewöhnlich quer an der lateralen Wand gelegen, geht selten über den hinteren Rand dieses Canals und ist schwächer entwickelt als die obere Falte. In 8 Fällen fand ich diese Falte nicht am Uebergange des Sackes in den Canal, sondern niedriger gelagert, im Canale selbst, in einer Entfernung von $6^1/_2$ bis 9—11 Mm. von der unteren Oeffnung dieses Canals; die Falte war an der medialen Wand gelagert, ging quer; ihre Länge betrug 4—6 Mm.

und ihre Breite $^3/_4$—1 bis $1^1/_4$ Mm. Septa und Schleimhautbalken habe ich im Canale nicht gesehen.

Thränenapparat einiger Thiere.

Bei den von mir untersuchten Thieren erschienen die Thränenpunkte als längliche Spalten, die sich hinter dem Rande des medialen Lidendes befinden und beinahe parallel mit diesem Rande gerichtet sind. Diese Spalten führen in die Thränencanälchen, welche medianwärts und etwas nach hinten verlaufen, sie werden von einer vorderen und hinteren Wand und von einem oberen und unteren Rande begrenzt. Das obere Canälchen ist gewöhnlich länger als das untere, beide Canäle vereinigen, verschmälern sich trichterförmig und gehen in einen engen und langen Canal über, der in einem Knochencanale verläuft und an der äusseren Wand des vorderen Theiles der Nasenhöhle sich öffnet. Sie haben keinen eigentlichen Sack in einem knöchernen Halbcanale. Ganz abweichend von dem beschriebenen zeigt sich dieser Theil des Thränenapparats beim Kaninchen. Sie besitzen nur einen Thränencanal und namentlich den unteren, er beginnt auch mit einer Spalte hinter dem medialen Theile des Randes des unteren Lides und geht beinahe parallel mit diesem Rande. Die Länge dieses Canals ist = von $2^1/_2$—3 Mm., seine Breite = $1^1/_2$ Mm. Er geht weiter in einen Sack über, der die Form einer Pyramide hat, deren Basis nach vorn und etwas nach innen gerichtet ist und deren Spitze in den Canal übergeht. Dieser Sack ist von einer oberen, vorderen und hinteren Wand begrenzt und geht nach vorn in einen engen Canal über, welcher an der äusseren Wand der Nasenhöhle mündet. Die Länge des Sackes ist = $3^1/_2$—4 Mm., seine Breite $2^1/_2$—3 Mm.; die Länge des Canals beträgt 28—30 Mm. und dessen Breite = 1 Mm.

Der Mechanismus der Thräneneinsaugung.

Ueber diesen Mechanismus ist schon viel geredet worden, und dessen ungeachtet erweisen sich doch die meisten der aufgestellten Theorien nicht haltbar. Die Hebertheorie von J. L.

Petit[1]), die Erklärung der Einsaugung durch die Gesetze der Capillarität, wie sie Mollinelli[2]), J. A. Schmid[3]) und theilweise Osborne[4]) versuchten; weiter die Bemühungen Sedillot's[5]), Hounauld's[6]), E. H. Weber's[7]) und Hasner's[8]), welche diesen Mechanismus durch Verdünnung der Luft in der Nasenhöhle beim Einathmen erklären zu können glaubten: alle diese Erklärungen sind so mangelhaft, dass sie einzeln genommen bei näherer Einsicht unbedingt fallen müssen. Richerand[9]) will diese Funktion den eigenen Muskeln der Canäle übertragen; J. Janin[10]) gedenkt hier der Lebenskraft, die den Muskeln der Canäle eigen ist. Alf. v. Graefe[11]) glaubte hier eine besondere Art von motus peristalticus annehmen zu müssen. Zu allen diesen Theorien fehlen aber die in den Wänden des Thränenapparates vorausgesetzten eigenen Muskelfasern. J. A. Schmid meint schon, dass die Contractionen des M. orbicularis zu der Einsaugung der Thränen beitragen müssen. Ross[12]) führt an, dass durch die Contractionen des M. orbicularis die Thränen in die Thränencanäle eingedrückt werden. Diese Theorie wird von Stellwag v. Carion[13]) heftig ver-

1) Foltz l. c. pag. 234.

2) Mém. de l'Acad. de Bologne. Collect. acad. T. X. pag. 17. S. b. Malgaigne l. c. pag. 721.

3) Kraukh. d. Thränenorgans. 1803. S. b. Henke op. c. p. 88.

4) Op. c. pag. 23.

5) Foltz op. c. pag 234.

6) Henke op. c. pag. 88.

7) Hildebrandt's Anat. 1830. Bd. 3. pag. 65.

8) Op. c. pag. 159.

9) Nouveaux éléments de physiol. 2. édit. 1802. S. Foltz op. c. pag. 235.

10) S. b. Osborne op. c. pag. 20.

11) De canaliculorum lacrymalium natura. Dissert. inaug. Hallae 1854. S. G. Merkel. Zur Anat., Physiol. u. Patholog. d Thränenableitungsorgane. Erlangen 1859. pag. 15.

12) Handbuch der chirurg. Anat. 1848. pag. 293.

13) Theoretische u prakt. Bemerk zur Lehre von den Thränenableitungsorganen. Zeitschr. d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien. Bd. I Heft IV. pag. 2--449 Wiener medic. Wochenschr. 1864. No. 51. pag. 785—789 u. No. 52. pag. 801—806 u. Wiener med. Wochenschr 1865. No. 9. pag. 137—141.

theidigt und ihr neigt sich auch, in der letzten Zeit, A. v. Graefe[1]) und Hyrtl[2]) zu; von dieser Theorie konnte nur dann die Rede sein, wenn die Lider sich überall hermetisch schliessen würden; da es aber den Thränen bei Weitem leichter sein wird, über den Rand des Thränensees nach aussen zu entweichen, als sich in die Thränenpunkte eindrücken zu lassen, so scheint diese Ansicht auch nicht ganz haltbar zu sein. Der Compressionstheorie von Staude[3]), Arlt[4]), Moll[5]) und Weber[6]) glaube ich auch nicht beipflichten zu können, weil die anatomischen Befunde damit nicht übereinzustimmen scheinen. Foltz[7]) meint 1860, dass beim Schliessen der Lider der Ringmuskel die vordere Wand der Thränencanäle nach vorne zieht, während der M. lacrymalis (muscle de Horner-Foltz) zur selben Zeit die Punkte, die hintere Wand der Canäle und den Lidknorpel nach hinten zieht, so dass zwischen diesen Wänden eine Höhle sich bildet, die die Thränen aus dem Thränensee einsaugt, wozu auch noch die Capillarität beitragen mag. 1862 sagte er[8]) sich aber von dieser Theorie los und erklärte sich für die Compressionstheorie, gestützt auf Experimente, die er an Kaninchen und Pferden ausführte; doch scheint es, bei näherer Betrachtung, dass diese Experimente der ersten Erklärung fast nicht widersprechen, sondern dieselbe meistens noch bestätigen.

W. Henke[9]) meint, dass der M. lacrymalis anterior beim

---

1) Arch. f. Ophthalmol. Bd. I. Abthl. 1. pag. 295—297.

2) Topograph. Anat. l. c. pag. 179—180.

3) Dissert. inaugur. de derivatione lacrymarum in Acad. Lipsica publ. defend. d. 24. April 1852. S. Moll. l. c. pag. 116—117.

4) Arch. f. Ophthalm. v. Graefe u. s. w. Bd. I. Abthl. 1. p. 148 u. Wiener med. Wochenschr. 1865. No. 6. pag. 81—84.

5) Op. c. pag. 117.

6) Op. c. Decemberheft. pag. 514—516.

7) Op. c. pag. 236—238.

8) Recherches d'Anatomie et de Physiologie experimentale sur les voies lacrymales. Journ. de la Physiologie de M. Brown-Séquard. T. 5. No. XVIII. April 1862. pag. 226—247.

9) Op. c pag. 96 u. Arch. f. Ophthalm v. Graefe u. s. w VIII. Bd. Abthl. 1. 1861. pag. 363—374. Beleuchtung des neuesten Fortschrittes in der Lehre vom Mechanismus der Thränenableitung.

Schliessen der Lider die vordere Wand anspannt, so den Sack öffnet und die Thränen einsaugt, während beim Oeffnen der Lider der M. lacrymalis posterior den Sack und die Canäle schliesst und die Thränen in die Nasenhöhle befördert; das passt wieder nicht zu den anatomischen Ergebnissen.

Endlich halten sich Bourjot St. Hilaire[1]), Tramondi[2]), Roser[3]), Malgaigne[4]), Richet[5]), Schmied[6]), Henle[7]) und auch Hyrtl[8]) an die sogenannte Dilatationstheorie, welche auch die plausibelste zu sein scheint, und zwar glaube ich den Mechanismus der Thräneneinsaugung so zu verstehen: aus der anatomischen Beschreibung ist bekannt, dass die Fasern des Ringmuskels an die vorderen Wände der Thränencanäle und des Sackes sich befestigen; ihre Anheftung an den Wänden der Canäle geschieht unter einem spitzen Winkel, während näher zum Sacke der Winkel grösser wird und sich einem rechten nähert. Die Fasern des M. lacrymalis bilden auch bei ihrer Befestigung an die Wände des Canals einen spitzen Winkel, der je näher zum Sacke, desto grösser wird. Wenn jetzt die Fasern des Ringmuskels am äusseren Augenwinkel fixirt gedacht werden und die des Thränenmuskels am Thränenbeine, so müssen beim langsamen Schliessen der Lider sich zuerst die innersten Fasern dieser Muskeln contrahiren, d. h. die den Thränenpunkten am nächsten gestellten, weiter gehen die Contractionen von der Mitte immer mehr zur Peripherie, bis sich zuletzt die ganz peripherisch gelagerten Fasern contrahiren, wobei die Lider schon stark gerunzelt werden. Es versteht sich, dass zwischen diesen Contractionen keine Zeit-

---

1) S. Roser.

2) Merkel op. c. pag. 16.

3) Arch. f. physiol. Heilkunde, herausg. v. K. Vierordt. 10. Jahrg. 4. Heft. 1851. p. 549–550.

4) Op. c. pag. 722.

5) Op. c. pag. 363.

6) Ueber die Absorption der Thränenflüssigkeit durch Dilatation des Thränensackes. Marburg 1856. pag. 27.

7) Op. c. Bd. II. pag. 715.

8) Op. c. Topogr. Anatomie 4. Aufl. Wien. Bd. I. pag. 154.

räume erfasst werden können. Bei diesen Contractionen der Muskelfasern nach zwei entgegengesetzten Seiten muss zuerst die Höhle der Thränencanäle geöffnet werden in der Richtung von den Punkten zum Sack, und endlich die Wand des Sackes selbst, wobei die Thränenflüssigkeit aus dem Thränensee in die geöffnete Höhle eingesaugt wird. Wenn die Lider geöffnet werden und die Contractionen dieser beiden Muskeln sistiren, so kehren die Wände der Canäle und des Sackes, durch ihre Elasticität, wieder in ihre normale Lage zurück und die in ihnen enthaltene Flüssigkeit wird durch den Thränennasencanal in die Nasenhöhle getrieben.

Bei den untersuchten Thieren wird wohl durch die Contraction des Ringmuskels die vordere Wand der Canäle eingezogen, während die hintere Wand durch die Schliessung der membrana nictitans gespannt wird, und so werden die Thränen in die geöffnete Höhle eingesaugt. Weiter durch den Thränennasencanal wird diese Flüssigkeit wohl auch durch Mitwirkung der Capillarität getrieben, da bei diesen Thieren diese Canäle sehr lang und eng sind, wie z. B. beim Pferde, wo die Länge 19 bis 20 Cm. und die Breite 2—3 Mm. beträgt.

St. Petersburg, den 21. October 1867.

Erklärung der Abbildungen.

a. Saccus lacrymalis. b. Os lacrymale. c. Musculus lacrymalis. d. M. corrugator supercilii. e. M. orbicularis orbitae. f. Canaliculi lacrymales. g. M. depressor supercilii.

Anatomische Beiträge.

Von

Dr. Bochdalek jun.,
Prosector an der Hochschule zu Prag.

Zur Anatomie des menschlichen Herzens.

1) Ueber die sogenannte pars membranacea septi ventriculorum cordis und 2) über die foramina Thebesii.

I. Die sogenannte pars membranacea septi ventriculorum.

Längere Zeit schon nahm die pars membranacea septi ventriculorum cordis meine Aufmerksamkeit in Anspruch und konnte ich, genauester und an mehr als 90 Herzen vorgenommener Untersuchung ungeachtet, eben immer wieder nur finden, dass diese fälschlich sogenannte pars membranacea septi ventriculorum mit der Scheidewand der Kammern entschieden nichts mehr zu schaffen habe, als dass jene auf dem hintern obern Rande der letztern aufsitzt.

Von der ursprünglichen Ansicht, dass an dieser sogenannten häutigen Stelle der Kammerscheidenwand blos die Lamellen des die Herzhöhlen auskleidenden Endocardiums einander berühren, ist man abgekommen, seitdem Hubert Luschka den Nachweis geliefert hat, dass diese Ansicht entschieden falsch sei, die pars membranacea septi vielmehr eine feste, derbe,

fibröse Grundlage habe. Luschka ist auch weiter der Wahrheit ziemlich nahe gerückt, indem er die Ansicht ausspricht, die pars membranacea septi ventriculorum wäre gewissermassen als Bestandtheil des annulus arteriosus sinister anzusehen; ich hingegen muss noch weiter gehen und die in Rede stehende Partie der Kammerscheidewand als unbedingt der radix aortae angehörend und zugleich als ein Confluens des rechten venösen und linken arteriellen Faserringes (was auch Luschka angiebt) und zwar der vorderen Partie des sogenannten mittleren faserknorpligen Streifens, ferner des Knotens des vordern rechten faserknorpligen Fadens, sowie der faserknorpligen Grundlagen der rechten vordern. und rechten hintern Seminularklappe des ostium arteriosum sinistrum erklären.

Die rechte vordere halbmondförmige Aortenklappe sitzt, wie bekannt, mittelst ihres ihr als Grundlage dienenden Faserreifs unmittelbar der vorderen Partie des hinteren oberen Randes der Kammerscheidewand auf, während die rechte hintere Aortenklappe vom septum ventriculorum höher hinauf gerückt und entfernt erscheint, (wenn dieselbe auch in natürlicher Lage des Herzens tiefer gelagert ist, als die beiden andern halbmondförmigen Aortenklappen) daher auch der mittlere Faserknorpelstreif, indem er nach seiner Vereinigung mit dem hinteren rechten und linken Faserknorpelfaden eine Strecke weit auf dem hintern obern Rande des mit demselben auf das innigste verbundenen septum ventriculorum nach vorne verläuft, alsbald von diesem letzteren abspringt und es verlässt, um den Faserreif der hinteren rechten valvula semilunaris aortae zu erreichen und mit demselben sich zu verbinden.

Zwischen beiden genannten Aortenklappen und dem hinteren obern Rand des septum ventriculorum bleibt nun ein mit der Basis nach abwärts der Kammerscheidewand zugekehrter, mit der Spitze nach aufwärts in die Winkel der zusammenstossenden Faserreifen der rechten vorderen und rechten hinteren Aortenklappe hereinreichender dreieckiger Raum, welcher durch eine derbe fibröse, durch die schon oben bezeichneten faserknorpligen Ringe verstärkte, oder vielmehr durch dieselben gebildete Membran ausgefüllt wird, welche auf der hinteren

Partie des hintern obern Randes der hier zugeschärften Scheidewand der Ventrikeln festhaftet.

Ein ähnliches Verhältniss findet sich in dem dreieckigen Raume zwischen der rechten hintern und linken halbmondförmigen Aortenklappe, welcher Raum eben auch durch eine starke fibröse Membran, welche eine Ausstrahlung einerseits des Knotens vom vorderen Faden des linken venösen Faserringes, andererseits der vorderen Partie des mittlern faserknorpligen Streifens, sowie des arteriellen Faserringes der rechten hintern und linken Aortenklappe darstellt, ausgefüllt wird, und welche Ausfüllungsmembran auf der Basis des Aortengipfels der valvula bicuspidalis aufsitzt.

Ich erinnere mich einiger Fälle, wo ich ganz deutlich einen von der vordern Partie des mittleren Faserknorpelstreifens — ehe derselbe vom septum ventriculorum abspringt — abgehenden, von der übrigen, die sogenannte pars membranacea darstellenden fibrösen Membran stärker sich abscheidenden, genau längs dem hintern obern Rande des muskulö-en Theiles der Kammerscheidewand verlaufenden festen fibrösen Streifen, wenigstens eine Strecke weit, nach vorne verfolgen konnte. In einem solchen Falle zog dieser fibröse Streif bis zur grössten Convexität der rechten vordern Aortenklappe herüber, mit deren Faserreif er sich dann vereinigte. Dieser fibröse Faden, ähnlich dem vom mittleren, dem rechten und linken venösen Faserringe gemeinschaftlichen, faserknorpligen Streifen, zwischen der Basis des Aortenzipfels der zweizipfligen Klappe und der den dreieckigen Raum zwischen rechter hinterer und linker Semilunarklappe der Aorta ausfüllenden fibrösen Membran zum Knoten des vordern Fadens des linken venösen Faserringes herüberziehenden, doch ebenfalls durchaus nicht in allen Fällen ganz deutlich nachweisbaren und von der übrigen fibrösen Membran sich sichtlich scheidenden, von Wolff sogenannten ramus anastomoticus, — gab dann genau die Grenze zwischen dem eigentlichen muskulösen septum ventriculorum und der sogenannten pars membranacea des letzteren, zum Beweise, dass der häutige und der muskulöse Theil der Scheidewand der Kammern zwei von einander vollkommen verschiedene Gebilde seien.

Der eben erwähnte, von Wolff ramus anastomoticus benannte, den linken venösen Faserring vom vordern untern Rande des septum atriorum bis zum vordern Rande des septum ventriculorum hin ergänzende, faserknorplige Streif dient einer Partie von Muskelfasern des linken Vorhofes zum Ursprung; da dieser ramus anastomoticus aber die Grenze zwischen der den dreieckigen Raum zwischen rechter hinterer und linken Aortenklappe ausfüllenden festen fibrösen Membran und der Basis des Aortenzipfels der valvula bicuspidalis bildet, so fällt jene Membran mit ihrer rückwärtigen Seite ganz ausser Bereich der Herzhöhlen, während deren vordere Seite dem ostium arteriosum sinistrum zugekehrt ist; etwas anders verhält sich die Sache bei der fibrösen Ausfüllungshaut zwischen vorderer rechter und hinterer rechter Aortenklappe. Hier ist es hauptsächlich der vordere rechte faserknorplige Faden mit seinem Knoten und die von diesen Punkten ihren Ursprung nehmenden Muskelbündel des rechten Vorhofes, sowie der der rechten obern Seite des conus arteriosus angehörenden, zwischen ostium venosum und arteriosum dextrum eingeschobenen muskulösen Brücke, welche die Scheidung dieser fibrösen Membran in zwei Bezirke veranlassen; der obere Bezirk fällt mit seiner rechten Seite ganz ausser Bereich der Herzhöhlen, der untere dagegen sieht mit seiner nach rechts gekehrten Seite nach den Herzhöhlen und zwar theils des rechten Vorhofes und rechten Ventrikels, ein andermal nur nach dem rechten Vorhof oder nur nach dem rechten Ventrikel allein, während die linke Seite beider Bezirke dem ostium arteriosum sinistrum zugekehrt ist. Dieser erwähnte untere Bezirk der den Raum zwischen rechter vorderer und rechter hinterer Semilunarklappe der aorta obturirenden fibrösen Membran ist es nun, welcher ganz mit Unrecht als sogenannte pars membranacea septi ventriculorum angesehen und beschrieben wird.

Die Grösse und Ausdehnung dieser pars membranacea der Kammerscheidewand des Herzens ist, wie ich in Folge zahlreich vorgenommener Untersuchungen vollkommen constatiren kann, namentlich von dem Verhalten des vordern rechten Faserknorpelfadens und seinem sogenannten Knoten abhängig.

Wie es wenige Gegenstände in der Anatomie giebt, die constant und unter allen Verhältnissen sich gleich bleiben, so ist auch dieser vordere rechte faserknorplige Faden, was seine Stärke und Entwicklung sowohl, als seine Insertion betrifft, Varianten unterworfen. Dieser Faden, an und für sich schon stets schwächer als der der linken Seite, ist einmal, — jedoch sind dies unbedingt die selteneren Fälle, — von nicht unbedeutender Dicke, so dass er dem linken vordern faserknorpligen Faden an Stärke nicht viel nachgiebt; ein andermal jedoch — und dies ist der häufigere Fall — ist er wieder sehr schwach entwickelt und so dünn, dass man in der That Mühe hat, seiner ansichtig zu werden, was auch Theile angiebt. Dieselben Grade der Entwicklung zeigt auch die, manchmal ganz exquisit ausgeprägte, andere Male gänzlich fehlende vordere Anschwellung dieses Fadens, der von Wolff sogenannte rechte Knoten. Was nun die Insertion oder Befestigung dieses rechten vordern Fadens mit seinem manchmal vorhandenen, andere Male gänzlich mangelnden Knoten betrifft, so erreicht derselbe in manchen Fällen den Faserreif der rechten hintern Aortenklappe $1\frac{1}{2}$—2 und 3''' entfernt von der grössten Convexität desselben, d. i. von der Stelle, wo der gemeinschaftliche Faserknorpelstreif seine Verbindung mit dem linken arteriellen Faserringe eingeht.

In andern Fällen wieder verbindet sich der vordere rechte Faserknorpelfaden mit dem Punkte der grössten Convexität des Faserreifs der rechten hintern Semilunarklappe der Aorta, oder geht auch unmittelbar durch Umbeugung in den mittleren Faserknorpelstreifen über.

Bei andern Herzen endlich erreicht der vordere rechte Faserknorpelfaden den linken arteriellen Faserring unmittelbar gar nicht und befestigt sich, oder strahlt vielmehr sogleich in der den Raum zwischen rechter vorderer und rechter hinterer Semilunarklappe ausfüllenden fibrösen Membran aus.

Durch diese Insertionspunkte des vordern Fadens des rechten venösen Faserringes wird nun hauptsächlich, wie ich oben erwähnt, die Ausdehnung oder vielmehr Höhe der sogenannten pars membranacea septi ventriculorum bestimmt. Erfolgt die

Befestigung dieses Fadens an dem Faserreif der rechten hintern valvula semilunaris aortae $1^1/_2$—2''' und selbst noch weiter vor die Stelle der grössten Convexität desselben, so wird der untere Bezirk der in zwei Abtheilungen geschiedenen, den Raum zwischen vorderer rechter und hinterer rechter Aortenklappe ausfüllenden fibrösen Membran, da der vordere rechte Faden dann höher zu liegen kommt, grösser ausfallen müssen, daher auch die pars membranacea septi ventriculorum grösser oder vielmehr höher sein, als in dem Falle, wo der rechte vordere Faden die grösste Convexität des arteriellen Faserreifs der rechten hintern Aortenklappe erreicht, daher tiefer gelagert ist und demzufolge auch einen kleinern untern Bezirk der in Rede stehenden fibrösen Ausfüllungshaut abtrennen, die pars membranacea septi daher dann kleiner oder niederer erscheinen muss, ja manchmal, wie ich fand, auf ein Minimum reducirt war. Dass die pars membranacea septi, von der rechten Seite her besehen, etwas weniger umfangreich, als von der linken Seite her sich ausnimmt, wie ich irgendwo gelesen, ist eben nur scheinbar und nur dadurch bedingt, dass von dem vordern rechten Faserknorpelfaden, so wie von der rechten Seite der pars membranacea septi selbst zahlreiche Muskelbündel ihren Ursprung nehmen, jene sogenannte häutige Stelle der Kammerscheidewand daher von der rechten Seite durch diese mehr gedeckt ist, was linkerseits natürlicherweise nicht der Fall sein kann, und nach vollständiger Abtragung der erwähnten Muskelbündel so wie der die häutige Stelle der Scheidewand der Kammern mehr oder weniger deckenden Zipfel der dreizipfligen Klappe und nach Hinwegnahme des die linke Seite der pars membranacea überziehenden Endocardiums überzeugt man sich, dass die den dreieckigen Raum zwischen rechter vorderer und rechter hinterer Aortenklappe obturirende fibröse Membran von rechts sowohl, als von links her gesehen, ganz gleich gross ist. Es ist vollkommen richtig, dass in der Mehrzahl der Fälle der Scheidewandzipfel, ja auch meistens, wie ich sehe, das äusserste linke Ende des vordern rechten Segels der valvula tricuspidalis theilweise an dieser pars membranacea septi ventriculorum sich befestigen, auch kurze chordae tendineae von

dieser zu den rauhen Flächen erwähnter Klappenzipfel abtreten und eine grössere oder kleinere Partie der pars membranacea in verschiedenem Masse decken, so dass dann der unterhalb der Grenze der Anheftung dieser Zipfel der valvula tricuspidalis gelegene Bezirk der pars membranacea in das Bereich der Höhle der rechten Kammer, der oberhalb der Grenze der Anheftung jener Klappenzipfel gelegene Bezirk des häutigen Theils der Kammerscheidewand jedoch in das Bereich der Höhle des rechten Vorhofes fällt; doch kamen mir Fälle vor, wo der Scheidewandzipfel der tricuspidalis sich stricte nur an den hintern obern Rand des muskulösen Theils des septum ventriculorum befestigt, daher die sogenannte pars membranacea mit ihrer rechten Seite ganz in das Bereich des rechten Vorhofes fiel, so wie ich andererseits wieder Herzen beobachtete, wo die pars membranacea selbst auf ein Minimum beschränkt erschien durch Tieflagerung des rechten vordern Faserknorpelfadens und Befestigung desselben an der am meisten convexen Stelle des linken arteriellen Faserringes der rechten hintern Aortenklappe, und auch zugleich, wie in manchen Fällen die Anheftung des Scheidewandzipfels der valvula tricuspidalis unmittelbar an dem Insertionspunkte des vordern rechten Faserknorpelfadens erfolgte, daher die sehr reducirte pars membranacea dann ganz in das Bereich der Höhle des rechten Ventrikels fallen musste.

Ich weiss in der That nicht, was eigentlich dazu berechtigt, eine Partie der die Lücke zwischen rechter vorderer und rechter hinterer Aortenklappe ausfüllenden fibrösen Membran — wenn auch Perforationen derselben und zwar theils angeborene, theils ererbte beobachtet wurden — als der Scheidewand der Kammern angehörig zu betrachten und als häutigen Theil derselben zu bezeichnen, da man mit demselben Rechte dann auch einen, wenn auch nur sehr kleinen Bezirk der rechten Seite der hintern obern Partie der Scheidewand der Kammern zunächst deren hintern obern Rande, wie gleich gezeigt werden wird, und welche entschieden in das Bereich der Höhle des rechten Vorhofes hereinfällt, eigentlich als der Scheidewand der Atrien angehörig betrachten müsste, was wohl dieses Verhaltens ungeachtet Niemand einfallen dürfte.

Der Scheidewandzipfel der valvula tricuspidalis, der meist, wie bekannt und schon erwähnt, an der sogenannten pars membranacea septi ventriculorum, manchmal jedoch auch bloss hart längs der Grenze des letztern, an der Stelle, deren Befestigung längs dem hintern obern Rande des muskulösen Theiles der Scheidewand der Ventrikel anhaftet, zieht nämlich von der sogenannten pars membranacea in einer schiefen Linie von vorn und oben nach hinten und unten herab, so dass er nach rückwärts zu nach und nach vom hintern obern Rande der Kammerscheidewand, so wie von der hintern Partie des mittleren gemeinschaftlichen faserknorpligen Streifens sich etwas entfernt und seine Anheftungslinie mehr auf die hintere obere Partie der rechten Seite der Kammerscheidewand herabrückt, allwo derselbe unmittelbar an die Muskelsubstanz derselben sich befestigt und mit dem mittleren Faserknorpelstreifen ausser allem Contact bleibt, die Sache daher hier anders sich verhält, als linkerseits, wo das rechte Ende des Aortenzipfels der valvula bicuspidalis unmittelbar an den gemeinschaftlichen mittleren Faserknorpelstreifen angeheftet erscheint. Es fällt somit rechterseits noch eine kleine, etwa 4''' lange, 2—3''' hohe Partie der hintern obern Abtheilung des septum ventriculorum, welche oberhalb der Grenzlinie der Anheftung des Scheidewandzipfels der dreizipfligen Klappe gelagert ist, entschieden mit in das Bereich der linken Wand des rechten Vorhofes, daher der Scheidewand der Vorhöfe herein, was auch der eigentliche Grund ist, warum die rechte Seite des septum atriorum weiter herabreicht, als dies nach dem linken Vorhofe zu der Fall ist. Die der hintern Partie der rechten Seite des septum atriorum angehörende, etwas nach aufwärts ansteigende Muskelfaserschicht, welche den von Wolff beschriebenen dreiseitigen, nach diesem Autor am hintern Umfange der Aorta hinter der rechten hintern Semilunarklappe sich öffnenden, nach Theile dagegen daselbst blind endigenden Canal der Scheidewand von der rechten Seite her begrenzt, — nimmt in vielen Fällen ihren Ursprung genau an dem rechten Umfang der hintern Partie des mittleren Faserknorpelstreifens und weiterhin vom hintern Faden des rechten venösen Faserringes, in welchem Falle dann, —

da, wie ich früher angeführt, der Scheidewandzipfel der valvula tricuspidalis von dem gemeinschaftlichen mittleren Faserknorpelstreif nach rückwärts zu sich etwas entfernt, und dessen Anheftung vom hintern obern Rande des septum ventriculorum etwas mehr auf die hintere obere Partie der rechten Seite des letztern herabrückt, — dieser erwähnte kleine Bezirk des septum ventriculorum, als über der Anheftung des Scheidewandzipfels der dreizipfligen Klappe gelegen, unmittelbar in das Bereich der Höhle des rechten Vorhofes mit eingezogen und bloss durch das Endocardium überkleidet ist, während in anderen Fällen wieder die in Rede stehende Muskelfaserschicht ihren Ursprung vom rechten Umfange des mittleren Faserknorpelstreifens bis an die Grenzlinie der Anheftung des Scheidewandzipfels der valvula tricuspidalis herab versetzt und daher den schon näher beschriebenen kleinen Bezirk der Scheidewand der Kammern deckt, so dass letzterer dann nur mittelbar mit an der Bildung des septum atriorum participirt.

Die die Räume zwischen vorderer und hinterer rechter Semilunarklappe der Aorta einerseits, so wie zwischen linker und hinterer rechter Aortenklappe andererseits obturirenden fibrösen Häute sind, abgesehen davon, dass sie Ausfüllungsmembranen darstellen, auch als starke Befestigungsmittel des Hauptschlagaderstammes zu betrachten. Sieht man daher mit Friedrich Wilhelm Theile die den Raum zwischen linker und hinterer rechter Aortenklappe erfüllende fibröse Membran als der Aorta angehörend an, (dieser Autor sagt Seite 31 und 32 seiner Gefässlehre von der venösen Mündung der Aortenklappe: „Sie (die venöse Mündung) wird von der ganzen Basis der linken Kammer gebildet, ausgenommen die Strecke vom vordern Rande der Vorhofsscheidewand zum vordern Rande der Kammerscheidewand, denn in dieser Strecke trägt die hintere Wand der Aorta zu ihrer Bildung bei", was eben nur dann wahr ist, wenn Theile die oben erwähnte Ausfüllungsmembran als der Aorta angehörend ansieht, da deren Gefässwandungen selbst wohl nichts zur Begrenzung der linken venösen Mündung beitragen,) so sehe ich nicht ein, warum man eben eine ganz ähnliche Membran, welche den Raum zwischen

rechter vorderer und rechter hinterer Aortenklappe ausfüllt, als dem septum ventriculorum, und nicht, wie richtiger, als der Aorta angehörend betrachtet. Einzig und allein gerechtfertigt und anatomisch genau wäre die Bezeichnung und Auffassung einer pars membranacea septi nur dann, wenn letztere in der That in den hintern obern Rand des septum ventriculorum und somit in dieses selbst hereingriffe, was ich jedoch unter allen den von mir untersuchten 90 Fällen kein einziges Mal beobachtete, vielmehr immer auch auf senkrechten Durchschnitten den muskulösen Theil des septum ventriculorum an seinem hintern obern Rande gerade und scharf abgegrenzt gegen die auf demselben aufsitzende fibröse Membran sah, daher ich wohl annehmen muss, dass ein anderes Verhalten kaum existiren dürfte. Ich verfolgte in diesen Zeilen nicht die Absicht, mich in Wiederholung der Beschreibung der sogenannten pars membranacea septi ventriculorum — welche Partie schon vielfach hin und wieder theils mehr, theils minder richtig und genau von verschiedenen Autoren abgehandelt wurde — zu ergehen, und wollte nur dargethan haben, dass man allen Grund hätte, eine an und für sich unrichtige und ganz falsche Bezeichnung für eine ebenso unrichtig aufgefasste und eigentlich als solche gar nicht einmal existirende Sache, wie sie die bisher sogenannte pars membranacea septi ventriculorum cordis ist, aus der Nomenklatur der Anatomie vollkommen zu streichen. Meines Erachtens sind Perforationen, aneurysmatische Ausdehnungen etc. der in Rede stehenden, der Aortenwurzel angehörenden fibrösen Membran nicht als Affectionen der Kammerscheidewand, sondern, anatomisch richtig, als die Aorta betreffend zu betrachten.

Da ich der Faserknorpelfäden des Herzens hier schon mehrmals Erwähnung that, will ich bei dieser Gelegenheit bemerken, dass ich einige Male ganz deutlich Kreuzung der Fasern am mittlern faserknorpligen Streifen beobachtet zu haben glaube, so zwar, dass die Fasern des hintern Fadens des linken venösen Faserringes durch den mittleren Faserknorpelstreifen nach rechts herüberzogen, um theilweise mit der rechten Abtheilung der faserknorpligen Grundlage der rechten hin-

tern Semilunarklappe der Aorta sich zu vereinigen, theilweise in die fibröse Ausfüllungsmembran des Raumes zwischen vorderer rechter und hinterer rechter halbmondförmiger Aortenklappe auszustrahlen, theils, wie ich manchmal sah, unmittelbar in den Knoten des vordern Fadens des rechten venösen Faserringes, theils, wie ich wieder in einigen andern wenigen Fällen beobachtete, in einen schon vorhin erwähnten Faden überzugehen, welcher eine grössere oder geringere Strecke weit zwischen dem hintern obern Rande des muskulösen septum ventriculorum und der auf demselben aufsitzenden fibrösen Ausfüllungsmembran zwischen den beiden rechten Aortenklappen nach vorne sich verfolgen liess. Die Fasern des hintern Fadens des rechten venösen Faserringes ziehen hinwiederum, wie es mir schien, durch den mittleren Faserknorpelstreif nach der linken Seite hin, um in die den Raum zwischen hinterer rechter und linker Semilunarklappe ausfüllende, auf der Basis des Aortenzipfels der valvula bicuspidalis aufsitzende fibröse Membran und in den ramus anastomoticus auszustrahlen, so wie mit der linken Abtheilung des Faserreifs der rechten hintern Aortenklappe eine Verbindung einzugehen. In andern Fällen schien es mir, als hätte die von mir beobachtete Kreuzung der Fasern am gemeinschaftlichen Faserknorpelstreif bloss die innersten Fasern desselben betroffen, während die an der Peripherie verlaufenden äusseren auf ihrer Seite ihren Verlauf weiter nahmen, ähnlich dem Verhalten der Nervenfasern am chiasma nervorum opticorum. Auch das Microskop schien mir diese meine Beobachtung zu bestätigen, obwohl ich gestehen muss, über die Sache selbst noch nicht vollständig im Klaren zu sein, und ich vielleicht erst später im Stande sein werde, Aufschluss darüber geben zu können. Doch scheint mir a priori auch der Umstand für das von mir erwähnte Verhalten zu sprechen, dass gerade in Folge der Kreuzung der Fasern am mittleren Faserknorpelstreif, an welchem so zahlreiche Muskelbündel der Kammern sowohl, als der Vorhöfe des Herzens ihren Ursprung nehmen, eine bedeutend grössere Festigkeit und Widerstandsfähigkeit erzielt wäre.

Dort, wo der mittlere faserknorplige Streif im Begriffe ist,

mit der Stelle der grössten Convexität des linken arteriellen Faserreifs der hintern rechten halbmondförmigen Aortenklappe seine Verbindung einzugehen, sehe ich in vielen Fällen von der der Scheidewand der Vorhöfe zugekehrten Seite dieses mittlern gemeinschaftlichen Faserstreifs einen sehnigen Faden oder Streif entspringen, welcher seinen Verlauf hinter und über der hintern Partie der als solcher angesehenen pars membranacea septi ventriculorum nach rückwärts nimmt, die zwischen die beiden Lamellen der Eustachschen Klappe eintretenden Muskelbündel begleitet, eine grössere oder geringere Strecke weit in der genannten Klappe entweder näher dem angewachsenen, häufiger aber dem freien Rande derselben entlang sich verfolgen lässt und dann meist fächerförmig ausgebreitet in derselben sich verliert. Dieser oft silberglänzende Sehnenfaden, den ich meist nur $^1/_4$ Linie, selten bis $^1/_2$ Linie breit antraf, und der, wenn auch durchaus nicht constant vorkommend, doch häufig genug gefunden wird, erschien mir denn doch aus dem Grunde wenigstens erwähnenswerth, weil bisher Niemand von dessen Existenz Notiz genommen zu haben scheint, derselbe aber eben zu der valvula Eustachii in Beziehung steht, welcher letzteren also, in vielen Fällen wenigstens, der Analogie der andern Herzklappen gemäss auch eine, wenn auch nur sehr rudimentäre sehnige, von den übrigen faserknorpligen Fäden des Herzens ausgehende und mit denselben zusammenhängende sehnige Grundlage zukommt.

In der Jenaischen Zeitschrift für Medizin und Naturwissenschaft vom Jahre 1865 (II. Band, 1. Heft Seite 126) beschreibt Gegenbaur eine netzförmige Eustach'sche Klappe, ein übrigens durchaus nicht so seltenes Vorkommen, da ich dergleichen netzförmige Eustach'sche und Thebes'sche Klappen zu wiederholten Malen und manchmal in ganz ausgezeichnetem Grade, wie die feinsten und zartesten Spitzen, angetroffen habe. In andern Fällen hatte die Eustach'sche oder Thebes'sche Klappe ein mehr gegittertes Aussehen, da diese Klappen aus einem ganzen Strickwerk von Fäden mit mehr oder weniger grossen

Maschenräumen zusammengesetzt waren. So sah ich z. B. in einem Herzen die valvula Thebesii, von der auch nicht einmal der schmalste Saum vorhanden war, durch einen einzigen vor dem orificium venae coronariae magnae schief von oben und aussen nach unten und innen hinweggespannten dünnen Faden substituirt. Wichtiger scheint mir aber der Umstand, dass Gegenbaur in den Fädchen der von ihm beschriebenen gegitterten Eustach'schen Klappe mittelst des Mikroskopes sehnige Elemente zweifellos nachgewiesen haben will, ein Befund, der meine Angabe nur zu unterstützen vermag.

Anfangs glaubte ich, dass die stärkere oder schwächere Entwicklung dieses von mir beobachteten Sehnenfadens vielleicht mit durch eine stärkere oder schwächere Entwicklung der bei manchen Herzen von Erwachsenen noch auf fötaler Stufe stehenden Eustach'schen Klappe bedingt sei, um so mehr, da in dem ersten Falle, wo mir dieser Faden auffiel und derselbe mehr als alle die übrigen Male, wo ich ihn wieder fand, durch grössere Stärke sich auszeichnete, auch die valvula Eustachii von ausgezeichneter Breite und Länge war. Andererseits wurde diese Annahme durch weitere Untersuchungen nicht gerade bestätigt, da ich den erwähnten sehnigen Streifen mehrere Male bei ziemlich gut entwickelten Eustach'schen Klappen nicht nachzuweisen vermochte, während ich denselben bei mehr rudimentären dagegen fand. Dieser Sehnenfaden, welcher zugleich zahlreichen Muskelfasern der Scheidewand der Vorhöfe mit zum Ursprunge dient, schimmert namentlich beim Anziehen der Eustach'schen Klappe, wenn er nur einigermassen entwickelt ist, meist schon an der vordern untern Partie der rechten Seite des septum atriorum, dort, wo das vordere Horn der valvula Eustachii um den vordern Umfang des limbus foveae ovalis sich verliert, durch den innern Herzüberzug als gelblich weisser Streif hindurch.

II. Die foramina Thebesii des Herzens, — welche von Alters her von den Anatomen als Mündungen der in den Wandungen der Vorhöfe und Kammern, namentlich jedoch der er-

stern, sich verzweigenden sogenannten venae cordis minimae erklärt wurden, welcher Annahme seither zahlreiche Anatomen, unter denen Autoritäten, wie Krause (Vater), Hyrtl u. a. folgten, — wurden zuerst von Cruveilhier, weiter von Theile, neuester Zeit jedoch besonders von Hubert Luschka, ich weiss nicht, ob auf Grund eigener Untersuchungen, als Venenmündungen beanstandet, welcher letztere Autor namentlich mit aller Entschiedenheit über die foramina Thebesii des Herzens sein Urtheil sprach, und dieselben insgesammt geradezu für blosse blinde Ausstülpungen des Endocardium erklärt. Es scheint somit die Lehre der alten Anatomen über den Haufen geworfen. Diese contrastirenden Ansichten veranlassten mich denn, mich von der Wahrheit oder Unwahrheit dieser beiden Lehren durch eigene Anschauung zu überzeugen und machte ich somit die foramina Thebesii zum Gegenstande meiner Untersuchungen, welche mir Resultate ergaben, die mir zeigten, dass Luschka, der Lehre Cruveilhier's, wie es scheint, etwas allzusehr vertrauend und nicht auf vollständig gründliche eigene Anschauung basirt, keineswegs mit Recht eine irrthümliche Ansicht unterstützt und auch seinem anatomischen Werke einverleibt habe.

Die sogenannten foramina Thebesii sind an verschiedenen Stellen der Wandungen beider Vorhöfe sich vorfindende Oeffnungen, deren Zahl wie Grösse mannichfachen Varianten unterworfen ist.

Den rechten Vorhof anlangend, zeigen sich dieselben meist nur an der der Scheidewand angehörenden Seite desselben, namentlich um den isthmus Vieussenii herum, doch finden sich deren auch häufig an der vor der Scheidewand gelegenen Partie der linken Wand dieses Vorhofes. Ein sehr häufig vorkommendes, bis Hirsekorn und selbst darüber grosses foramen Thebesii, welches ich nur selten vermisse, sehe ich auch an der hintern untern Partie des septum atriorum vor dem orificium venae coronariae magnae, letzterem mehr oder weniger genähert. Um den Umfang dieser meist rundlichen Oeffnung findet sich in vielen Fällen eine mehr oder weniger stark entwickelte, manchmal jedoch äusserst zarte halbmondförmige

Klappe, welche nicht selten die erwähnte Oeffnung fast vollständig schliesst, so dass diese durch die vorgelagerte Klappe manchmal ganz gedeckte Oeffnung bloss wie ein blindes Grübchen aussieht, und dass manchmal längere Zeit Luft gegen dieselbe angeblasen werden muss, bis es gelingt, den durch die Klappe gesetzten Widerstand zu überwinden. Ist dies geschehen, dann kann man sich namentlich durch Lufteinblasen, wie durch Injection mit Quecksilber oder Massen überzeugen, dass die in Rede stehende Oeffnung die Mündung eines venösen Gefässes darstelle, da die eingetriebene Luft oder die eingespritzten Massen in zahlreiche Gefässramificationen eindringen, welche Verzweigungen längs der untersten Partie des septum atriorum und des obern Bezirkes des septum ventriculorum herab ziemlich oberflächlich ihren Verlauf nehmen. Ausserdem steht dieses hier näher bezeichnete Foramen Thebesii durch rückwärts verlaufende anastomotische Venenzweige meist entweder mit der grossen Kranzvene selbst oder aber mit der vena coronaria cordis media, nahe deren Einmündung in die erstere, in Communication. In einigen Fällen sah ich, namentlich durch Lufteinblasen in das vorerwähnte foramen Thebesii und in die von derselben ausgehenden Venenramificationen den Scheidewandzipfel der valvula tricuspidalis an irgend einer Stelle durch die unter demselben wieder hervorgetretene Luft gehoben werden und konnte ich nach Hinwegnahme des Scheidewandzipfels an der obern Partie des septum ventriculorum zwei, drei, oder auch mehrere durch diesen Klappenzipfel gedeckte, theils mehr freiliegende, theils zwischen die Trabecularmuskeln des septum ventriculorum tiefer eingegrabene, winzig kleine Oeffnungen (foramina Thebesii) entdecken, welche mehreren tiefer aus der Muskelsubstanz der Scheidewand der Kammern hervortretenden kleinen Venen angehörten und mit der oben erwähnten Venenramification durch Anastomosen in Verbindung standen. Durch Lufteinblasen in diese an der obern Partie der Kammerscheidewand befindlichen kleinen foramina Thebesii gelang es umgekehrt, die an dem Umfang des vorhin genauer beschriebenen foramen Thebesii angebrachte halbmondförmige Klappe flottiren zu machen, daher kein Zweifel über die Communication jener

beiderseitigen Oeffnungen weiter obwalten konnte. An dieser vorerwähnten Stelle des septum ventriculorum nun konnte ich mit aller Bestimmtheit foramina Thebesii — und es werden auch in den Herzkammern deren angenommen — nachweisen, welches Auffinden derselben jedoch (und es ist wohl nicht zu bezweifeln, dass foramina Thebesii auch an den übrigen Partien der Ventrikel des Herzens sich finden), der Tieflagerung dieser Oeffnungen zwischen die Gruben und Vertiefungen der Balkenmuskeln wegen, mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist. In einem Falle, wo das eben besprochene, an der hintern untern Partie des septum atriorum in grösserer oder geringerer Entfernung vom orificium venae coronariae gelegene foramen Thebesii von auffallenderer Grösse, als es sonst zu sein pflegt, war, zeigte sich nach Spaltung desselben eine geräumige Höhle, in derem Grunde zahlreiche kleinere, darunter aber auch eine grössere Oeffnung sich fanden, welche letztere in einen $1\frac{1}{2}'''$ dicken Venenast führte, der an der Vorderfläche des Herzens in dessen Längsfurche sich entwickelte, daselbst mit in derselben Furche nach aufwärts verlaufenden Aesten der vena coronaria magna anastomosirte, hierauf unter der art. coronaria cordis sinistra hinter den hintern Umfang der Aortenwurzel trat, zwischen dieser und der untersten Partie der vordern Wand des linken Vorhofes nach rechts herüberlief, um an dem hintern Umfang des rechten hintern sinus Valsalvae den vordern Rand des septum atriorum zu durchbohren und durch letzteres hindurchtretend in das vorerwähnte foramen Thebesii sich zu öffnen. In einem andern Falle, wo eben dasselbe foramen Thebesii die Grösse eines Wickenkorns erreichte, mündete in dasselbe ein $\frac{5}{4}''$ dicker Venenstamm, welcher an der Wurzel der Lungenarterie von der Vorderfläche des conus arteriosus aus mehreren kleinen Zweigen sich entwickelte, um den rechten Umfang der Wurzel der Aorta unter der art. coronaria dextra nach rückwärts lief, um, an dem hintern Umfang der ersteren angelangt, den vordern Rand des septum atriorum zu durchbohren und weiter eine Strecke in diesem verlaufend, durch jenes foramen Thebesii in die Höhle des rechten Vorhofes sich zu öffnen. Selten mangelt dieses foramen Thebesii vollständig

oder wird durch zwei bis drei winzig kleine Oeffnungen vertreten. Die Zahl der foramina Thebesii im rechten Vorhofe, sowie deren Grösse, ist schwankend. In manchen Fällen finden sich deren bis 10 und 12 und selbst darüber, in andern Fällen ist ihre Zahl auf 3—2—1 reducirt, oder sie fehlen selbst gänzlich in der Höhle des rechten Vorhofes und sind, wie ich finde, an die linke Seite des untern Endes der obern Hohlader in die Höhe gerückt. Ihre Grösse und Form anlangend, findet man an einem und demselben Herzen foramina Thebesii von verschiedenen Dimensionen. Einige sind rundlich und winzig klein, andere von mehr spaltähnlicher Form, ähnlich den Mündungen der Uretheren, wieder andere präsentiren sich als grössere rundliche Gruben und Vertiefungen, in deren Grunde zahlreiche kleinere Oeffnungen sichtbar sind. Bei genauerer Untersuchung überzeugt man sich, namentlich am besten durch Luftanblasen gegen solche foramina Thebesii, dass gar nicht selten, sowohl um den Umfang primärer, als secundärer (es sind dies in die ersteren sich einmündende kleinere Oeffnungen) Löcher, kleine, manchmal nur äussert zarte, halbmondförmige ein- oder auch zweilippige Kläppchen angebracht sind, welche Kläppchen in Folge stärkerer Entwicklung eine oder die andere Oeffnung vollständig zu decken im Stande sind, so dass diese, wie schon früher erwähnt wurde, dann nur als Grübchen sich präsentiren und es in solchen Fällen oft erst durch länger anhaltendes Luftanblasen gelingt, das vor die Oeffnung vorgelegte Kläppchen zu heben und die verdeckte Oeffnung somit zur Ansicht zu bringen. Durch Luftanblasen gegen ein oder das andere foramen Thebesii sieht man meist durch ein oder mehrere entfernter liegende dergleichen Oeffnungen blutigen mit Luftblasen gemengten Schaum hervortreten, sowie es gar nicht selten gelingt, durch diese Manipulation die eingeblasene Luft auch in die Höhle des linken Vorhofes einzutreiben, es daher nicht zweifelhaft sein kann, dass die foramina Thebesii des rechten Vorhofes theils unter einander, theils mit der Höhle des linken Vorhofes durch in demselben sich vorfindende Oeffnungen in Communication stehen müssen.

Dass die foramina Thebesii Mündungen kleiner, mitunter

sehr kleiner Venchen, aber auch selbst grösserer Venen sind, davon habe ich mich durch Injection sowohl, als im nichtinjicirten Zustande dieser Venen mit aller Sicherheit überzeugt. Abgesehen davon, dass es durch Lufteinblasen gegen ein oder das andere foramen Thebesii des rechten Vorhofes gar nicht selten gelingt, die in der Scheidewand der Atrien näher dem Endocardium und mehr oberflächlich sich verzweigenden und vielfach sich ramificirenden Venenästchen durch den innern Herzüberzug hindurch deutlich sichtbar zu machen, habe ich nach Hinwegnahme des Endocardiums und durch vorsichtiges Zerzupfen der Muskulatur der Vorhofsscheidewand die in demselben sich vielfach verbreitenden kleineren und kleinsten Venen meistens ganz entschieden zu den foramina Thebesii verfolgen und dann von diesen aus sondiren können. Die Untersuchung der foramina Thebesii mit einem feinen Rosshaar, ehe man die zu denselben führenden Venenästchen blossgelegt, ist meist schwer, da man gewöhnlich auf Widerstand stösst und die Sonde nicht vorzuschieben vermag, da ja die in den foramina Thebesii mündenden Venen selbst meist nur von geringem Caliber sind, geschlängelt verlaufen und immer wieder in kleine Aeste sich spalten, an welchen Stellen dann das eingeführte Rosshaar sich stemmt und unmöglich weiter vorzuschieben ist, was dann leicht bei nur oberflächlicher Untersuchung zu der Annahme veranlassen kann, man habe es bei den sogenannten foramina Thebesii in allen Fällen mit blossen blinden Einsenkungen in die Herzsubstanz zu thun. Einige Male habe ich, da, wie schon erwähnt, nicht bloss an der rechten Seite der Vorhofsscheidewand selbst, sondern auch an der vor letzterer befindlichen Abtheilung der linken Wand des rechten atrium foramina Thebesii gefunden werden, Venenstämmchen bis zu $^1/_2$''' Durchmesser und selbst darüber unmittelbar durch eine grössere Oeffnung in die Höhle des rechten Vorhofes sich einmünden sehen. Dergleichen grössere Venen, welche nicht selten, namentlich um den isthmus Vieussenii herum, ich möchte sagen, völlige sinus bilden, nehmen von allen Seiten her zahlreiche kleinere Venen auf und öffnen sich dann stets mit grösseren Mündungen in die Höhle des rechten Vorhofes als grössere

foramina Thebesii. Einige Mal sah ich einen Venenstamm bis zu 1$^{1}/_{2}$''' Durchmesser, welcher durch den Zusammenfluss einiger von der Vorderfläche des conus arteriosus und der übrigen Partie des rechten Ventrikels heraufziehenden Venen (venae cordis parvae, seu anteriores) sich entwickelte, sodann unter dem rechten Herzohre an der vordern Abtheilung der linken Wand des rechten Vorhofes nach aufwärts lief, daselbst auch kleinere Venen von der Vorderwand des linken Vorhofes, sowie aus dem septum atriorum hervortretende Zweige aufnahm und an der genannten Wand mit einem bis 2''' und darüber grossen foramen Thebesii in die Höhle des rechten Vorhofes sich öffnete, abgesehen davon, dass noch einige andere sogenannte venae cordis parvae auch an der Vorderwand des rechten Vorhofes zwischen dessen Kammmuskeln wie gewöhnlich einmündeten. In einem Falle sah ich eine 1$^{1}/_{2}$''' starke vena coronaria cordis dextra, welche den ganzen rechten sulcus atrioventricularis einnahm, einerseits wie gewöhnlich in dem orificium venae coronariae magnae hinter der valvula Thebesii sich öffnen, während ihres Verlaufes durch die ganze rechte Abtheilung des sulcus atrioventricularis zahlreiche Aeste von der hintern Fläche des rechten Ventrikels, sowie vom vordern Herzrande, weiter von der vordern Fläche der rechten Kammer (sogenannte venae cordis anteriores seu parvae) aufnehmen und an der vordern Abtheilung der linken Wand des rechten Vorhofs unterhalb dessen Herzohr in die Höhle des erstern mittelst eines 1$^{1}/_{2}$''' im Durchmesser haltenden länglich runden foramen Thebesii münden.

Ich kann bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen, dass ich die vena coronaria cordis dextra viel häufiger, als Theile's Angabe lautet, und zwar durchschnittlich in 4 Fällen einmal sah, sowie ich öfter Varianten derselben beobachtete. Diese Vene entwickelt sich hauptsächlich, und nicht wie Theile angiebt, bloss aus kleineren Aesten des rechten Vorhofes, sondern aus von der rechten Kammerabtheilung des Herzens zum sulcus atrioventricularis heraufsteigenden Aesten, und zwar solchen, welche von der hintern Fläche des rechten Ventrikels und vom scharfen Rande heraufziehen und sodann, anstatt

selbstständig an der untern Partie der hintern Wand des rechten Vorhofes sich zu öffnen, zu einem grösseren Stämmchen, der vena coronaria cordis dextra, zusammenzutreten, welche in der hintern Abtheilung des rechten sulcus atrioventricularis nach links herüberläuft; in andern Fällen entwickelt sich die vena coronaria cordis dextra aus einer oder mehreren venae cordis anteriores, welche von der Vorderfläche des rechten Ventrikels und seines conus arteriosus herauftreten und läuft dann in einem grösseren oder kleineren Theil auch der vorderen Abtheilung der rechten Querfurche, oder selbst die ganze Länge der letztern einnehmend, nach rückwärts bis zu dem orificium venae coronariae magnae, um daselbst hinter der valvula Thebesii sich zu öffnen.

Den linken Vorhof anlangend, finden sich auch in diesem foramina Thebesii, deren Lage, Grösse, Zahl gleichfalls Schwankungen unterworfen sind. Ich sah die foramina Thebesii in diesem Vorhofe sowohl an dessen rechter, der Scheidewand angehörenden, als an seiner hintern, obern und vordern Wand, und zwar von verschiedenen Dimensionen und Formen, wie im rechten Vorhofe.

Die Zahl der foramina Thebesii im linken Vorhofe variirt desgleichen und zählte ich deren bis 8 und selbst darüber, während ich andere Male nur eine einzige solche Oeffnung nachzuweisen vermochte; doch muss ich sagen, dass ich auch in diesem Vorhofe die foramina Thebesii fast nie ganz vermisste. Einige Mal sah ich ein einziges, bald grösseres, bald kleineres foramen Thebesii an der hintern oder aber an der obern Wand des linken Vorhofes, während ich sonst trotz genauen Nachsuchens keines weiter aufzufinden im Stande war. Auch hier finden sich, wie im rechten Vorhofe, entweder an den primären Thebes'schen Löchern selbst, oder aber an den secundären kleineren, in die grösseren sich einsenkenden Oeffnungen nicht selten kleine, meist sehr zarte, halbmondförmige Kläppchen. So wie im rechten Vorhofe habe ich auch hier nach Hinwegnahme des Endocardium die kleinen, in der Muskelsubstanz der Wandungen des linken Vorhofes sich verzweigenden Venen im injicirten und nichtinjicirten Zustande auf-

gesucht und ganz unzweifelhaft bis zu deren Mündungen an den foramina Thebesii verfolgt, und sah ich auch in diesem Vorhofe einige Mal Venen von über $^1/_2$''' Durchmesser durch ein grösseres foramen Thebesii in die Höhle dieses atriums münden.

Luschka's Angabe, nach welcher die foramina Thebesii im Allgemeinen keine Venenmündungen und nichts als blosse blinde Lacunen sind, und welche darin ihre Stütze finden soll, weil eben solche foramina Thebesii auch im linken Vorhofe gefunden werden, da es dem genannten Autor nicht plausibel erscheint, dass venöses Blut in den arteriellen Vorhof sich ergiessen solle, ist grade kein Gegenbeweis, da es ja bekannt ist, dass auch grössere Bronchialvenen in die Lungenvenen oder selbst in den linken Vorhof sich öffnen. Ich beobachtete an dem Herzen eines 75 Jahre alten Weibes eine derartige Theilung der grossen Kranzvene in zwei fast gleich starke Aeste, dass der eine derselben in den rechten Vorhof, der andere Ast aber in den linken Vorhof einmündete, ohne dass Störungen in der Function der Circulationsorgane oder allgemeine Erscheinungen im Leben nachzuweisen gewesen wären, wenigstens schien man dergleichen nicht beobachtet zu haben, da die betreffende Person im Prager allgemeinen Krankenhause als an Marasmus verstorben angeführt wurde. Fälle, wo der ganze Stamm der vena coronaria magna in den linken Vorhof sich öffnete, werden gleichfalls in der Literatur angeführt. So wurde auch Einmündung der vena anonyma sinistra, wo diese mit der anonyma dextra keine Vereinigung einging und die obere Hohlvene dann gleichsam doppelt erschien, in den linken Vorhof beobachtet.

Durch Lufteinblasen in die foramina Thebesii des linken Vorhofes kann man sich, so wie bei denen des rechten (Vorhofes) sehr gut die Ueberzeugung verschaffen, dass dieselben unter einander in offener Verbindung stehen, da die gegen eine oder die andere dieser Oeffnungen eingeblasene Luft mit Luftblasen gemengten blutigen Schaum aus anderen entfernter angebrachten foramina Thebesii hervortreibt, so wie es sehr häufig gelingt, auch die Wandungen des rechten Vorhofes durch das-

selbe Verfahren auszudehnen, daher die foramina Thebesii des linken Vorhofes offenbar auch mit der Höhle des rechten atriums in offener Communication sein müssen. Die Verästlungen der in den Wandungen des linken Vorhofes sich ausbreitenden Venen durch Lufteinblasen in ein oder das andere foramen Thebesii von der Höhle dieses Vorhofes, wie dies im rechten atrium nicht selten gelingt, zur Anschauung zu bringen, ist wegen des im linken Vorhofe bedeutend dickeren und elastischen Endocardiums nicht gut möglich, und gelingt dies erst nach Hinwegnahme des letzteren und Blosslegung einiger Venenstämmchen. Zum ferneren Beweise, dass die Höhlen des rechten sowohl als des linken Vorhofes durch die foramina Thebesii mit den venösen Gefässen in offener Verbindung stehen und Mündungen von solchen darstellen, führe ich an, dass es sehr häufig gelingt, die Höhlen des einen oder des andern Vorhofes oder aber beide zugleich von Nebenästen der vena coronaria magna aus mit Luft oder Injectionsmasse zu füllen, so wie umgekehrt es mir einige Mal möglich war, durch Lufteinblasen von irgend einem foramen Thebesii des linken Vorhofes her die Luft in die grosse Kranzvene einzutreiben. Spaltet man nämlich die grosse Kranzvene des Herzens, so sieht man namentlich an deren unterem, so wie an ihrem vordern obern Umfange zahlreiche kleinere und grössere Oeffnungen von in dieselbe sich einmündenden Venenästen. Namentlich in dem in der hintern Abtheilung des linken sulcus atrioventricularis verlaufenden Stücke der grossen Kranzvene sind es einige am vordern obern Umfang dieses Venenstammes befindliche Oeffnungen, welche ich hier besonders berücksichtigen will. Diese Oeffnungen, 5 bis 6, in andern nur 2 bis 3 an der Zahl, sind entweder mehr gegen die Einmündungsstelle der vena coronaria magna in den rechten Vorhof oder aber weiter von derselben entfernt angebracht. Auch hier finden sich sehr häufig um den Umfang dieser Venenmündungen kleine, sehr zarte, manchmal stärker entwickelte halbmondförmige Kläppchen, welche auch so stark entwickelt sein können, dass sie dieselben mehr oder weniger vollständig decken, und diese Oeffnungen nur wie Grübchen sich ausnehmen, bis es manchmal erst durch länger fortgesetztes

Luftanblasen möglich ist, die widerstrebende Klappe zu bewältigen und der von ihr verdeckten Oeffnung ansichtig zu werden. Eine oder die andere dieser Oeffnungen findet sich auch nicht selten ganz verdeckt durch das obere Horn der sehr häufig im Lumen der hintern Abtheilung der grossen Kranzvene, jedoch in sich nicht constant gleich bleibender Entfernung vom orificium venae coronariae angebrachten halbmondförmigen Klappe. Bläst man durch eine oder die andere der erwähnten Oeffnungen Luft ein oder aber injicirt man von einer dieser Oeffnungen aus, so dringt die eingeblasene Luft oder eingespritzte Masse in die namentlich an der hintern, weiterhin an der obern Wand des linken Vorhofs, ferner an der hintern Wand des rechten Vorhofs verlaufenden und auch in die Scheidewand der Vorhöfe eindringenden und daselbst sich ramificirenden Venen, so wie häufig in die Höhle des linken Vorhofes, oder auch in die Höhle des rechten atriums oder in beide zugleich ein. Ich will mich hier gegen den etwaigen Einwurf verwahren, dass bei dieser meiner Untersuchung vielleicht eine Täuschung unterlaufen sein und die eingeblasene Luft etwa durch foramina Thebesii zunächst in den rechten Vorhof und von hier aus erst durch die zwischen limbus foveae ovalis und der valvula foraminis ovalis sehr oft sich vorfindende verschieden grosse Lücke, als Rest des einstigen fötalen ovalen Loches, in den linken Vorhof eingedrungen sein könnte. Auch in Fällen, wo jede Spur eines foramen ovale vollständig verschwunden und weder mehr eine Lücke noch auch eine kleine Oeffnung des einstigen ovalen Loches nachweisbar war, hob die in die vorerwähnten Nebenäste der vena coronaria magna eingeblasene Luft, ohne vorher in den rechten Vorhof einzudringen, sogleich nur die Wandungen des linken Vorhofes, daher es gewiss keinem Zweifel unterliegen kann, dass zwischen der vena coronaria magna und der Höhle sowohl des linken, als auch des rechten Vorhofes, und zwar durch die foramina Thebesii derselben durch Vermittlung der Seitenäste der genannten Vene Communicationen statt haben müssen. Auch in der vordern Partie der vena coronaria magna bei ihrem Eintritt in die linke Abtheilung des sulcus atrioventricularis werden von jener kleine Venen aufgenommen,

welche namentlich in der vordern Wand des linken Vorhofes sich verzweigen, und sah ich solche Venchen auch in die Höhle des linken Herzohres zwischen dessen Kammmuskeln sich öffnen. Andererseits ist es jedem Anatomen bekannt, dass namentlich im linken Vorhofe sehr häufig grössere oder kleinere, wie genetzt aussehende Partien sich finden, von denen längst entschieden ist, dass sie keine Venenmündungen sind und die wohl auch von Niemand als foramina Thebesii angesehen wurden. Durch meine oft sehr mühsamen Untersuchungen habe ich mich hinlänglich überzeugt, dass die Lehre Cruveilhier's, Theile's und neuester Zeit Luschka's nicht haltbar und nicht gerechtfertigt sei, und muss ich mich vielmehr — basirt auf gründliche Forschungen — entschieden dahin aussprechen, dass die Mehrzahl der Oeffnungen und oft nur scheinbaren Gruben und Grübchen an der Innenfläche der Wandungen sowohl des rechten als des linken Vorhofes, welche von Alters her den Namen der foramina Thebesii führen, die Mündungen kleiner und kleinster, manchmal zu grösseren Stämmen confluirender, in den Wandungen der Vorhöfe sich vielfach verzweigender Venen darstellen, und dass die oben angeführte entgegengesetzte Ansicht genannter Autoren nur das Ergebniss flüchtiger Beobachtung sein konnte.

Wollen wir den alten Anatomen, dort, wo sie Recht hatten, auch ihr Recht und Verdienst belassen.

Ueber die Empfindungsnerven der hintern Extremitäten beim Frosche.

Von

A. Koschewnikoff
aus Moskau.

(Hierzu Taf. IX.)

Die Frage über die Vertheilung der Empfindungsfasern der verschiedenen in die Plexus eintretenden Rückenmarkswurzeln in der Haut der Extremitäten hat schon lange die Physiologen beschäftigt. Da aber diese Frage hauptsächlich in Bezug auf den Menschen Interesse erregte, so wurden zu den Versuchen dem Menschen möglichst nahe stehende Thiere gewählt. Peyer[1]) untersuchte die Vertheilung beim Kaninchen, Türk[2]) beim Hunde, Krause[3]) ebenfalls beim Kaninchen und zum Theil bei dem Affen. Was aber die Verhältnisse beim Frosche betrifft, so ist diese Frage, meines Wissens, nur von Eckhard

1) Ueber die peripherischen Endigungen der motorischen und sensiblen Fasern der in den Plexus brachialis des Kaninchens eintretenden Nervenwurzeln. Zeitschr. f. ration Medicin. N. F. Bd. IV.

2) Vorläufige Ergebnisse von Experimental-Untersuchungen zur Ermittelung der Haut-Sensibilitätsbezirke der einzelnen Rückenmarks-Nervenpaare. Sitzungsber. der k. k. Acad. zu Wien. 1856.

3) Beiträge zur Neurologie der oberen Extremität. 1865.

behandelt worden, der in seinem Artikel: Ueber Reflexbewegungen der vier letzten Nervenpaare des Frosches[1]), unter anderem auch die Vertheilung der Empfindungsnerven in der hinteren Extremität bespricht.

Bei meinen Versuchen an Fröschen habe ich mir zweierlei Fragen gestellt: 1) wie sind die verschiedenen die hintere Extremität versorgenden hinteren Wurzeln in der Haut dieser Extremität vertheilt? und 2) haben diese verschiedenen Wurzeln eine gleiche oder verschiedene Function, mit anderen Worten, dient jede dieser Wurzeln zugleich als Empfindungsleiter und Reflexerreger, oder sind diese beiden Functionen nicht in allen Wurzeln vereinigt zu treffen? wie es vor kurzem Dr. Beresin[2]) zu beweisen versucht hat, indem er der oberen Wurzel eine ausschliesslich empfindungsleitende Function zuschrieb, den übrigen dagegen sowohl eine empfindungsleitende, als reflexerregende.

Man hat zur Bestimmung der Vertheilungsbezirke der einzelnen von den die hintere Extremität versorgenden Wurzeln verschiedene Methoden in Anwendung gezogen; Eckhard und Peyer suchten diese Aufgabe dadurch zu lösen, dass sie jedes Mal sämmtliche Wurzeln, mit Ausnahme derjenigen, deren Verbreitungsbezirk gerade untersucht werden sollte, durchschnitten und dann diejenigen Stellen der Haut der Extremität zu bestimmen suchten, deren Sensibilität erhalten geblieben war; Türk durchschnitt umgekehrt diejenige Wurzel, deren Verbreitungsbezirk untersucht werden sollte und suchte dann die Stellen zu bestimmen, deren Empfindung in Folge dieser Operation verloren gegangen war; Krause endlich liess nach Durchschneidung der zu untersuchenden Wurzel das Thier zwei bis drei Wochen lang am Leben und bestimmte dann mittelst des Microscops, in welchen Nervenästen die fettige Degeneration der Nervenfasern eingetreten war. Ich habe beim Frosche nur

---

1) Zeitschr. für ration. Medicin v. Henle und Pflüger Bd. VII. 1847.

2) Ein experimenteller Beweis, dass die sensibeln und die excitomotorischen Nervenfasern der Haut beim Frosche verschieden sind. Vorläufige Mittheilung. Centralbl. für d. med. Wiss. 1866. No. 9.

die beiden ersten Methoden angewandt (wobei die eine durch die andere controlirt wurde), hauptsächlich aber die erstere, d. h. die Durchschneidung sämmtlicher Wurzeln, mit Ausnahme derjenigen, deren Verbreitungsbezirk untersucht werden sollte. Bei der Bestimmung derjenigen Stellen der Haut, deren Empfindlichkeit bewahrt blieb, gebrauchte ich verschiedenartige Reize: mechanische (Reiben, Kneipen), thermische (Berührung mit einem erwärmten Stecknadelkopf) und chemische (verdünnte Schwefelsäure). Letzteres Mittel erweist sich bei derartigen Untersuchungen als das vortheilhafteste, da dabei die Intensität des Reizes nach Belieben graduirt werden kann, und die Säure, falls sie nicht zu concentrirt ist, die Haut nicht zerstört, den Versuch also an derselben Hautstelle zu wiederholen gestattet. Um die Wirkung der Säure möglichst auf die Applicationsstelle zu beschränken, wurde das Mittel, nach vorangegangener Abtrocknung der Haut, mittelst kleiner Stückchen damit getränkten Fliesspapieres applicirt. Das Vorhandensein der Empfindlichkeit wurde durch den Eintritt von Bewegungen bei Application des Reizes bewiesen; da aber bekanntlich bei erhaltenem Zusammenhange des Rückenmarks mit dem Gehirne sogenannte willkürliche Bewegungen des Thieres zu Irrthümern Veranlassung geben können, so wurde das Rückenmark in der Regel dicht hinter der Medulla oblongata durchschnitten. Aus diesen Versuchen haben sich Resultate ergeben, die, obschon in der Hauptsache mit den von Eckhard erhaltenen übereinstimmend, dennoch in manchen Punkten von denselben abweichen. Die Haut der unteren Extremität bezieht beim Frosche ihre Empfindungsnerven nur von den vier letzten Rückenmarkswurzeln was durch das vollständige Erlöschen der Hautsensibilität auf der ganzen Oberfläche der unteren Extremität nach Durchschneidung dieser Wurzeln bewiesen wird. Das Resultat blieb sich immer gleich, mochte der Versuch bei durchschnittenem, oder bei unversehrtem Rückenmarke angestellt sein. Von den hinteren Wurzeln, die in das Ischiadicusgeflecht eintreten (7., 8. und 9.), hat jede einen bestimmten Verbreitungsbezirk in der Haut, dessen Grösse bei verschiedenen Individuen verschieden, wie es schon durch die individuellen Variationen der rela-

tiven Dicke der einzelnen Wurzeln angedeutet wird, doch in den meisten Fällen nur innerhalb sehr enger Grenzen schwankt. Auf den hier beigefügten Abbildungen ist die aus vielen Beobachtungen bestimmte mittlere Grösse der Verbreitungsbezirke jeder Wurzel dargestellt. Nach Durchschneidung der drei letzten Wurzeln (8, 9 und 10), wobei also von den die hintere Extremität versorgenden Wurzeln nur die oberste (7.) unversehrt blieb, zeigte sich die Empfindlichkeit nur noch an der äusseren Hälfte des Umfanges des Oberschenkels, des Knies und oberen Theiles des Unterschenkels. Waren zugleich die zwei untersten (5. und 6.) Dorsalwurzeln durchschnitten, so blieb am unteren Theile der entsprechenden Rumpfhälfte noch eine kleine an die Inguinal- und Sacralgegend anstossende Zone empfindlich. Wurde dagegen die 7. Wurzel allein durchschnitten, so war an der hinteren Extremität nur der äussere Umfang des Oberschenkels vollkommen anaesthetisch, alle übrigen Stellen dagegen hatten ihre Empfindlichkeit bewahrt, wobei dieselbe jedoch am Knie und im oberen Theile des äusseren Umfanges des Unterschenkels merklich geschwächt erschien. Man muss aus diesem Umstande schliessen, dass, während der genannte Theil des Oberschenkels ausschliesslich von der 7. Wurzel versorgt wird, die entsprechenden Theile des Knies und Unterschenkels auch noch von einer anderen Wurzel (der 8.) ihre sensiblen Fasern beziehen (Fig. 1 und 2). In derselben Weise wurden auch die Verbreitungsbezirke der 8., 9. und 10. Wurzel bestimmt. Von der 8. Wurzel werden folgende Theile versorgt: die innere Hälfte des Oberschenkel-Umfanges (an der übrigens die Fasern aus dieser Wurzel nur spärlich sind), sodann der äussere Umfang des Knies, der äussere Rand und die hintere Fläche des Unterschenkels und die ganze Oberfläche des Fusses (mit Einschluss der Zehen), hauptsächlich dessen Dorsalfläche (Fig. 1 und 2).

Die 9. Wurzel, also die letzte von den drei zur Bildung des Plexus ischiadicus zusammentretenden Wurzeln, versorgt die innere Fläche des Oberschenkel-Umfanges, hauptsächlich nach hinten zu, sodann die Kniekehle, die innere Hälfte des Unterschenkel-Umfanges, hauptsächlich nach der Bauchfläche zu,

und endlich die ganze Oberfläche des Fusses mit Einschluss der Zehen, gerade so, wie wir es von der 8. Wurzel gesehen haben, nur dass hier im Gegentheil die Plantaroberfläche (und von den Zehen die erste) am reichlichsten versorgt wird (Fig. 3 und 4). Die zehnte (Sacral-) Wurzel endlich vertheilt sich in der Haut um den After herum und am obersten Theile der inneren Oberschenkelfläche (Fig. 3 und 4).

Man findet also zwar an der Haut der Unterextremität des Frosches Stellen, die ausschliesslich von einer Wurzel versorgt werden, die meisten Stellen jedoch beziehen ihre Empfindungsnerven von zwei und einige sogar von drei Wurzeln.

In Betreff der zweiten von den oben aufgeworfenen Fragen, der Frage also, ob es unter den die Unterextremität versorgenden Wurzeln solche giebt, die ausschliesslich zur Leitung bewusster Empfindungen bestimmt sind, habe ich folgendes zu bemerken: wurde bei meinen Versuchen das Rückenmark dicht hinter der Medulla oblongata durchschnitten, so gelang es immer durch Reizung der Haut im Verbreitungsbezirke jeder einzelnen von den hier fraglichen Wurzeln Reflexbewegungen auszulösen; ich muss daher die oben erwähnte Angabe von Beresin entschieden als irrthümlich bezeichnen.

Es kann also die Reizung durch die Fasern jeder Ischiadicuswurzel sowohl bis zum Gehirn geleitet werden, als auch im Rückenmarke selbst auf motorische übertragen werden. Es fragt sich nun, in welchem Abschnitte des Rückenmarks diese Uebertragung geschieht. Bekanntlich entspringt die 7. Wurzel vom Rückenmark in der Höhe des fünften Wirbels, die 8. zwischen dem fünften und sechsten, die 9. Wurzel in der Höhe des sechsten Wirbels. Um zu bestimmen, in welcher Höhe die Verbindung der Fasern jeder von diesen Empfindungswurzeln mit motorischen Elementen innerhalb des Rückenmarks stattfinde, wurde das Rückenmark, bei eröffnetem Wirbelcanal, in verschiedenen Höhen durchschnitten und darauf diejenigen Stellen an der Haut der Unterextremität bestimmt, von denen aus noch Reflexe ausgelöst werden konnten. Es hat sich dabei herausgestellt, dass Durchschneidungen des Rückenmarks oberhalb des vierten Wirbels die Reflexbewegungen der Hinterextremitäten

in keiner Weise beeinträchtigen; dass aber, sobald man das Rückenmark in der Höhe des vierten Wirbels (etwa in der Mitte desselben) durchschneidet, von denjenigen Stellen der Haut der Unterextremität aus, die von der 7. Wurzel versorgt werden (der äusseren Hälfte des Oberschenkel-Umfanges und des Knies), keine Reflexe mehr erzielt werden. Wird das Rückenmark tiefer unten zwischen dem vierten und fünften Wirbel durchschnitten, so konnten Reflexe nur von denjenigen Stellen erhalten werden, die ihre Empfindungsnerven vorzugsweise von der 9. Wurzel beziehen, hauptsächlich also von der Fusssohle aus. Nach Durchschneidung in der Höhe des fünften Wirbels endlich (etwas unterhalb der Mitte desselben) waren auch von diesen Stellen aus keine Reflexe mehr zu erzielen. Wurde nach vorhergegangener Durchschneidung des Rückenmarks zwischen dem dritten und vierten Wirbel auch das hintere Rückenmarksende an verschiedenen Stellen quer durchschnitten, so zeigte es sich, dass man die Schnitte bis an den sechsten Wirbel, also fast dicht an die Ursprungsstelle der 9. Wurzel führen kann, ohne die Intensität der Reflexe dadurch merklich zu vermindern. Es folgt aus diesen Versuchen, dass die Vereinigung der Empfindungsfasern der Ischiadicuswurzeln mit motorischen Elementen, wenigstens in ganz überwiegender Weise, innerhalb eines Abschnittes des Rückenmarks zu Stande kommt, der dem vierten und fünften Wirbel entspricht, und zwar in einer Reihenfolge von oben nach unten, die der Reihenfolge der Wurzeln selbst entspricht.

Es ist mir bei diesen Versuchen noch eine Erscheinung aufgefallen, die ich nicht umhin kann, hier mitzutheilen, von deren Bedeutung aber ich mir vor der Hand keine Rechenschaft zu geben weiss. Wurde nämlich der hinterste, zwischen dem Kreuzbeine und der Ursprungsstelle der 10. Wurzel (7. Wirbel) begriffene Theil des Rückenmarks, derjenige also, von dem keine Wurzeln mehr abgehen, durchschnitten (wobei, wie sich wohl von selbst versteht, jede Verletzung der daneben gelegenen Wurzeln vermieden wurde), so erfolgten dabei im Moment der Durchschneidung jedesmal mehr oder weniger bedeutende Bewegungen des Thieres. Wurde eine solche Durchschneidung an

einem vorher schon zwischen dem dritten und vierten Wirbel durchschnittenen Rückenmarke gemacht, so wurde eine Streckung der hinteren Extremitäten oder wenigstens eine Zuckung derselben beobachtet; war dagegen oben keine Durchschneidung vorgenommen, so waren die Bewegungen unregelmässig und erfolgten nicht bloss an den Hinterextremitäten, sondern auch an den oberen und am Kopfe. Die Hervorrufung dieser Bewegungen gelang mitunter auch durch andere mechanische Reize, wie z. B. durch Kneipen des betreffenden Rückenmarkstheiles mit der Pincette, durch Berührung mit einer Nadel u. s. w., aber nicht so constant, wie mittelst der Durchschneidung. Ob diese Erscheinung so zu deuten ist, dass der hinterste Rückenmarkstheil auch irgend welche Empfindungsfasern enthält, oder sie zu Gunsten der Annahme spricht, dass die Rückenmarkssubstanz selbst erregbar ist, wie neuerdings Engelken[1]) zu beweisen versucht hat, dies lässt sich, so viel ich einsehen kann, bei unserer jetzigen Kenntniss des Rückenmarks nicht entscheiden.

Die hier beschriebenen Versuche wurden im Laboratorium des Herrn Professors du Bois-Reymond angestellt, dem ich bei dieser Angelegenheit meinen innigsten Dank aussprechen muss, wie auch dem Herrn Professor Rosenthal, dem ich so manchen Rath und Beistand bei meinen physiologischen Studien verdanke.

Berlin, den 18. März 1868.

Erklärung der Abbildungen.

Die Verbreitungsbezirke der einzelnen Wurzeln sind durch eine Schattirung angedeutet, die um so dunkler ist, je dichter am gegebenen Orte die Fasern der betreffenden Wurzel gehäuft sind.

Fig. 1.

Rückenfläche — an der linken Seite ist der Verbreitungsbezirk

---

1) Ueber die Empfindlichkeit des Rückenmarks gegen electrische Reizung. Mit einer einleitenden Bemerkung von A. Fick. Dieses Archiv 1867. S. 198.

der 7. Wurzel dargestellt, an der rechten Seite der Verbreitungsbezirk der 8. Wurzel.

Fig. 2.

Bauchfläche — an der rechten Seite der Verbreitungsbezirk der 7. Wurzel, an der linken der der 8.

Fig. 3.

Rückenfläche — an der linken Extremität der Verbreitungsbezirk der 9. Wurzel, an der rechten der der 10.

Fig. 4.

Bauchfläche — an der rechten Seite der Verbreitungsbezirk der 9., an der linken der der 10.

Die Vacuole eine physikalische Unmöglichkeit.

Von

Prof. Dr. Jessen.

Erstes Kapitel.

Beweis, dass die Vacuole eine physikalische Unmöglichkeit ist.

Die Hypothese der Vacuole, wie sie seit etwa zwei Decennien unter den Pflanzenphysiologen der Schleiden-Mohl-schen Schule aufgetaucht und ausgebildet worden ist, beruht in ihrer einfachsten Form auf der physikalischen Annahme: dass in einem und demselben Raume (in derselben Zelle) zwei Flüssigkeiten — das „zähflüssige" Protoplasma und die wasserhelle dünne Vacuolenflüssigkeit — ungemischt neben einander sich befinden, und zwar die letztere dünne Flüssigkeit in einer oder mehreren kugeligen Massen, Vacuolen, welche (wenigstens bei der Entstehung) ringsum von der dickflüssigen — umgeben sind. Die Gegner der Ansicht behaupten, dass die sogenannten Vacuolen aus einer, wenn auch sehr dünnen Zellhaut und einem durchsichtigen Inhalte bestehen.

Fälle derart, in denen zwei Flüssigkeiten auf solche Weise unter einander im Gleichgewichte stehen, sind ja wiederholt beschrieben und Gegenstand von Versuchen gewesen. Es ist darnach die strenge Erfüllung folgender Bedingungen für das Auftreten der Erscheinung nöthig:

1. die beiden Flüssigkeiten müssen unter sich unmischbar sein,
2. dieselben müssen genau von gleichem specifischem Gewichte sein.

Ist das erste nicht der Fall, so vermischen sich die beiden Flüssigkeiten und bleiben nicht gesondert; ist das zweite nicht der Fall, so schwimmt die eine Flüssigkeit auf der andern, wie Oel auf Wasser. Es fragt sich also, ob beide Bedingungen in unserem Falle eintreffen.

Dagegen, dass die Vacuolenflüssigkeit eine wässerige Flüssigkeit ist, und dass man sie, abgesehen von geringen Beimischungen von Salzen und organischen Stoffen, physikalisch dem Wasser gleichsetzen kann, dürfte wohl Niemand etwas einzuwenden haben.

Weniger leicht kann man über das sogenannte Protoplasma der Pflanzenzellen hinweggehen. Von welcher Beschaffenheit und Natur dasselbe eigentlich ist, lässt sich aus den Beschreibungen nicht leicht klar entnehmen.

Mohl erklärte das Protoplasma da, wo er diesen Namen als „eine auf diese physiologische Function (der Grundlage aller Zellbildung) sich beziehende Benennung“ zuerst einführte (Botan. Zeit. 1846. S. 75), für eine „zähflüssige mit Körnchen gemengte Masse“, für eine „halbflüssige stickstoffhaltige Substanz“ und für eine „zähe Flüssigkeit“, gleichzeitig aber für das, was Schleiden (Grundzüge der Botan. I. S. 186) Schleim genannt hatte. Dieser nun begreift darunter die Stoffe, welchen „die Chemiker verschiedene Namen geben, z. B. Eiweissstoffe, Kleber, Gliadin, Leim, Diastase, Gluten vegetabile, Legumin etc.“ — d. h. also eigentlich Eiweissstoffe. Dagegen macht Mohl mit Recht geltend, dass der Name Schleim in der thierischen Physiologie und in der Medizin etwas anderes bedeute und deshalb aufgegeben werden müsse. Dem zustimmend hat denn auch Schleiden später den Namen Protoplasma dafür substituirt. Mohl beschreibt dasselbe später (Wagner, Grundzüge der Zelle. Handwört. der Physiol. S. 44) als „eine zähe Flüssigkeit, welche, wie die zarten Saftströmchen zeigen, sich nicht mit dem wässerigen Zellsafte mischt. . . . Die immerwährende Strömung und fortdauernde Umwandlung der Protoplasmamasse liefern den deutlichen Beweis, dass wir es nicht mit einem organischen Gebilde, sondern mit einer

Flüssigkeit zu thun haben." Ihm stimmt Schacht (Lehrb. d. Anat. d. Gewächse I. S. 39) im Wesentlichen ganz bei.

Hofmeister endlich spricht sich in seinem neuesten Werke (Handb. d. physiol. Bot. I. S. 1) folgendermassen aus: „Die Substanz, deren eigenartiges Verhalten die neue Entwicklung einleitet, ist allerwärts ein wesentlich gleichartiger Körper von zähe flüssiger Beschaffenheit, reichlich Wasser enthaltend, von leichter Verschiebbarkeit seiner Theile, quellungsfähig, in hervorragender Weise die Eigenschaft einer Colloidsubstanz (Graham) besitzend — ein Gemenge verschiedener organischer Substanzen, unter denen eiweissartige Stoffe und solche der Dextrinreihe nie fehlen, von der Consistenz eines mehr oder minder dicklichen Schleimes, mit Wasser nur langsam und nicht in jedem beliebigen Verhältnisse mengbar: das Protoplasma. Es erscheint gegen wässerige Flüssigkeiten, die dasselbe umgeben oder die in Hohlräume[1]) des Protoplasma eingeschlossen sind, mit scharfen Umrissen abgegrenzt. Es besteht aus einer durchsichtigen, farblosen oder blassgelblichen Grundsubstanz und dieser eingebetteten mehr oder minder zahlreichen und grossen, nicht selten äusserst kleinen Körpern andern Lichtbrechungsvermögens . . . Die Hauptmasse des Protoplasma ist Wasser (S. 2 unten). Auch in den zähest schleimigen Protoplasmen ist der Wassergehalt etwa 70 pCt."

Betrachtet man diese verschiedenen Aussprüche, so findet man bald, dass dieselben von Unklarheiten und Widersprüchen keineswegs frei sind. Schleiden zuerst hat es versucht, den Ausdruck in chemische Begriffe zu fassen und Hofmeister ist ihm darin, aber mit entschiedenem Unglücke, gefolgt, denn gerade hier passiren ihm die grössten Widersprüche. Zuerst erklärt er das Protoplasma für eine Colloidsubstanz und gleich darauf für ein Gemenge verschiedener Substanzen, während er wieder einige Zeilen später eine Grundsubstanz und eingebettete Körper unterscheidet, so dass unter „Gemenge" nicht einmal

1) Bekanntlich ist der Ausdruck „mit Flüssigkeit gefüllter Hohlraum" in vacuola übersetzt, obschon dies Wort weder hohl, noch Raum, noch Flüssigkeit bedeutet.

eine gleichförmige Mischung verschiedener Substanzen gedacht werden kann. Die eingebetteten Körper sind ohne Zweifel identisch mit Mohl's und Schacht's Körnern, also wenigstens grossentheils feste Körper. Endlich aber erklärt er später (S. 6), dass es „aus löslicheren, mit Wasser rascher aufquellenden und aus minder quellungsfähigen, grössere Dichtigkeit länger bewahrenden Bestandtheilen zusammengesetzt ist." — Es ist also nicht Eine Substanz.

Erste Unmöglichkeit. Doch wir wollen dies vorerst beiseite setzen und zunächst untersuchen, wie sich diese beiden bisher unterschiedenen Theile des Zellinhaltes physikalisch zu einander verhalten können und müssen. Die Vacuolenflüssigkeit ist im Gewichte gleich Wasser zu setzen; das Protoplasma enthält, wo es am zähesten, circa 70 pCt. Wasser, also 30 pCt. feste Substanz. Es ist folglich bedeutend schwerer als Wasser, denn der Wassergehalt pflanzlicher Stoffe von weicher Consistenz beträgt ja gar nicht selten weit über 90 pCt. So enthalten ja z. B. Rüben frisch 83—92 pCt., Möhren lufttrocken 87, Radieschen lufttrocken 96 pCt. Wasser. Es findet also die zur Herstellung einer Gleichgewichtslage erforderliche Gleichheit des specifischen Gewichtes nicht statt. Nach dem Gesetze der Schwere, welches doch sonst überall auf Erden gilt, müsste also das Protoplasma zu Boden sinken, die Vacuolenflüssigkeit obenauf schwimmen. Das ist aber bekanntlich nicht der Fall, vielmehr beobachtet man, dass die angeblich wandungslose Vacuole mitten in der Zelle schwebt, bis sie nach langem Wachsen die Wände dieser Zelle an einigen Stellen berührt. Mohl erklärt dies einfach so, „es verhält sich das Protoplasma zu dem Zellsafte (der Vacuolen) wie eine schäumende Flüssigkeit zur Luft." Das ist ein ganz plausibeles Bild, aber keine physikalische Begründung, denn abgesehen von vielem Anderen beruht das Schäumen auf einer in der Flüssigkeit irgendwie erregten Bewegung und kann also nicht zur Erklärung einer Erscheinung der Statik angewandt werden. Schaumblasen entstehen eben nicht in der Ruhe und haben ebenfalls keine bleibende Dauer, sondern vergehen, sobald die in Bewegung gerathene Flüssigkeit zur Ruhe zurückgekehrt ist, indem

diese an den Seiten jeder Schaumblase in Folge ihrer Schwere herabsinkt, an der Spitze der Blase aber sich verdünnt und platzt. — Hofmeister erklärt höchst naiv (S. 5): „Die wässerige Flüssigkeit wird im Innern der Protoplasmamasse in Tropfen ausgeschieden," als ob das ein ganz gewöhnlicher und naturgemässer Vorgang sei, der keiner Erklärung bedürfte. Es ist unmöglich, hier die ganze Lehre von der Tropfenbildung abzuhandeln, hätte aber Hofmeister nur das in Erinnerung gehabt, was Hagen in der Abhandlung über Tropfenbildung sagt, die Hofmeister eben (S. 3) erst citirt hat, um darauf nach seiner Art Hypothesen zu begründen, er würde doch wohl Anstand genommen haben, diese Worte niederzuschreiben. Er würde dann wissen, dass eine Tropfenbildung nur unter bestimmten Bedingungen stattfinden kann, und dass diese im Innern einer specifisch schwereren Flüssigkeit nicht vorhanden sind, sondern dass darin wohl Schichtungen, nicht aber kugelförmige Gruppirung dünnerer Flüssigkeiten stattfinden können. Auch müsste er im Protoplasma noch eine besondere, ausscheidende, Kraft nachweisen, denn die Imbibitionskraft, mit welcher er ohne Beweis sein Protoplasma ausgerüstet hat, genügt dazu so wenig, dass sie vielmehr in eine Flüssigkeit auspressende Kraft sich umwandeln müsste, sollte sie eine Tropfenbildung zuwege bringen. — Die Form der Vacuolen bleibt also unerklärt und, wie ich annehmen muss, auch unerklärbar, und ihre Stellung inmitten des Protoplasma eine Unmöglichkeit, weil ihr specifisches Gewicht nach dem Angeführten niederer sein muss. — Hier könnte nun noch Jemand einwenden, dass die innerhalb des Protoplasma oft stattfindende kreisförmige Bewegung die Ursache der Kugelform sei, aber dieser an sich leicht zurückzuweisende Einwurf fällt ganz fort durch die Beobachtung, dass in der Regel nicht eine, sondern eine ganze Reihe von sogenannten Vacuolen, und zwar oft in ziemlichen Abständen von einander, gleichzeitig sich vorfindet.

Zweite Unmöglichkeit. Doch auch die zweite Bedingung, welche Flüssigkeiten erfordern, um im Gleichgewichte zu bleiben, die Unmischbarkeit steht keineswegs fest. Vielmehr findet Hofmeister es doch noch für nöthig, nachdem er an

allen andern Stellen das Gegentheil behauptet, auch einmal (S. 6) zu erklären, dass die Vacuolenflüssigkeit, nachdem sie in die Zelle gelangt ist, „eine Sonderung der löslicheren, mit Wasser am raschesten aufquellenden Bestandtheile des Protoplasma" veranlasste. Trotzdem aber „erscheint das Protoplasma (S. 2) gegen wässerige Flüssigkeiten mit scharfen Umrissen abgegrenzt," und das alles angeblich ohne Wandungen, denn sonst wäre es einfach und natürlich genug. Also wiederum ergiebt sich, dass die Entstehung und Existenz kugelförmiger Flüssigkeitsmassen ohne Wandungen im Innern des Protoplasma physikalisch unmöglich ist.

Dritte Unmöglichkeit. Betrachtet man die Beschaffenheit des Protoplasma's etwas näher, so fällt in Hofmeister's Definition namentlich das Wort quellungsfähig auf. Vergleicht man die ganze Reihe der von Schleiden und Hofmeister als Bestandtheile des Protoplasma namhaft gemachten Stoffreihen, selbst mit Einschluss des fetten Oeles, dessen allgemeinere Verbreitung in kleinen Mengen Hofmeister wahrscheinlich zu machen sucht, so findet man nur zwei, welche hier in Betracht kommen könnten, nämlich den Pflanzenschleim und den aus dem Weizen hergestellten Kleber. Von dem letzteren sagen die Chemiker, dass er und mehr noch der in ihm enthaltene Pflanzenleim (Gliadin) aus Alkohol dargestellt, mit Aether ausgewaschen und getrocknet, in Wasser unlöslich ist, aber damit zu einer zähen Masse aufquillt. Bekanntlich ist Kleber von eben geschilderter Beschaffenheit bisher nur in den Getreidekörnern und genau genommen nicht einmal in allen gefunden, denn im Roggen ist derselbe löslich und in anderen Arten noch nicht genügend untersucht. Dass dieser Stoff sich allgemein vorfinde, darüber ist gar nichts bekannt, und doch müsste er wohl von den Chemikern bemerkt worden sein, wenn er wirklich in allen wachsenden Pflanzentheilen in solcher Menge vorkommt, wie ihn Hofmeisters Hypothese annimmt (bis zu 30 pCt. oder bis zu einem verhältnissmässigen Antheile daran). Weiter verbreitet, aber in seiner chemischen Beschaffenheit eigentlich noch ganz unbekannt, ist der Pflanzenschleim. Von dem Gummi, welches mit ihm bisher vermengt und in den meisten chemi-

schen Handbüchern an seiner Statt beschrieben ist, haben ja Mohl's schöne Untersuchungen bewiesen, dass es, wenigstens beim Traganth, ein Endprodukt der Umwandlung von Zellmembranen ist. Ganz dasselbe gilt von den Pectinstoffen nach den Untersuchungen von Kabsch, Vogel, Wiessner. Hofmeister citirt nun freilich Pectin und Traganthgummi vorzugsweise als quellungsfähige Substanzen, aber von diesen beiden kann ja in dem Protoplasma, welches nicht Zersetzungsprodukt, sondern Grundlage aller Zellbildung sein soll, nicht die Rede sein. Ueber die Entstehung des eigentlichen Pflanzenschleimes dagegen wissen wir fast gar nichts. Seine Erscheinung ist bekannt genug. Man beobachtet leicht, dass er ausserhalb der Pflanzenzellen eine zähe Masse bildet, an der Luft Wasser verliert und endlich zu einer hornigen Masse eintrocknet, auch bei Zusatz von Wasser mehr oder weniger leicht wieder unter Aufnahme einer gewissen Wassermenge aufquillt. Ueber das fernere Verhalten des Pflanzenschleimes sind die Angaben der Chemiker sehr verschieden, offenbar deshalb, weil die aus Umwandlung von Zellwänden, wie im Floh-, Lein-, Quittensamen u. s. w. entstandenen Produkte mit solchen zusammen geworfen worden sind, welche als Zellinhalt sich vorfinden. Jene lösen sich, wie das Traganthgummi, zum grössern Theile in Wasser auf, manche der andern wohl auch, einige indess verhalten sich, wenigstens wenn sie bestimmten Behandlungsweisen unterworfen gewesen sind, gegen einen grössern Wasserzusatz indifferent. Sie sind also das, was Hofmeister quellungsfähig und nicht löslich nennt, d. h. sobald sie die nöthige Wassermenge aufgenommen haben, um bis zu einem gewissen Grade aufzuquellen, bleiben sie unverändert und unthätig am Grunde des Wassers liegen. Ebenso verhält sich Pflanzenfibrin. Wie sich diese Stoffe im Innern von Zellen, also im Protoplasma verhalten, davon weiss man gar nichts. Schleiden nennt den Pflanzenschleim geradezu löslich.

Das Protoplasma im Ganzen kann also im Hofmeisterschen Sinne nicht als quellungsfähig bezeichnet werden, auch wenn es Stoffe enthält, welche trocken mit Wasser aufquellen. Vielmehr wäre die Definition etwa folgendermassen zu fassen

gewesen: Das Protoplasma ist eine zähe Flüssigkeit, welche aus einem Gemische verschiedener in Wasser löslicher Stoffe, namentlich aus den Reihen der Protein- und Dextrinstoffe besteht und welche verschiedene unlösliche Stoffe, darunter auch aufgequollene einschliesst. Wenn Hofmeister aber (S. 6) gar löslich und rasch aufquellend als gleich bedeutend gebraucht, so liegt hier wieder die Thatsache mit Hofmeister's Hypothesen im Streit. In Wahrheit quellen viele Stoffe bei Wasserzusatz anfangs auf, um sich später ganz darin aufzulösen. Nach Hofmeister sollen aber sonst Quellungsfähigkeit und Löslichkeit als Gegensätze behandelt werden.

Vierte Unmöglichkeit. Betrachtet man nun etwas genauer, was es denn eigentlich mit dieser „Quellungsfähigkeit" auf sich hat, die von Hofmeister so sehr betont wird, so ist eben gezeigt, dass dieselbe nur darin besteht, trocken etwas Wasser aufzunehmen und damit bis zu einem gewissen Grade aufzuquellen, wie das der Badeschwamm, das Holz, kurz, fast jeder organische Körper thut[1]). Da diese Eigenschaft sich stets nur dann geltend macht, wenn die Körper trocken sind, und da die Wirkung dieser Eigenschaft (unter denselben äusseren Verhältnissen) aufhört, sobald die Körper einmal die bestimmte Wassermenge aufgenommen haben, so ist schwer abzusehen, welche Wirkung diese „Quellungsfähigkeit" im Innern des Protoplasma haben kann. Dieselbe könnte sich physikalisch nur folgendermassen äussern: 1) so lange die Körper noch nicht gehörig feucht sind, entziehen sie dem Protoplasma eine gewisse Menge Wasser; 2) sind sie mit Wasser gesättigt, so ist ihre Wirkung gleich Null. Da nun das Protoplasma eine wässerige Flüssigkeit mit mindestens 70 pCt. Flüssigkeit ist und (wohl immer) an der Luft austrocknet, also Wasser leicht abgiebt, so befinden sie sich wahrscheinlich stets im letzteren Falle. Ist im Gegentheile der erste Fall eingetreten, so ist eine Vacuolenbildung, welche auf Durchtritt von Wasser durch das Protoplasma beruht, unmöglich, denn die „quellungsfähigen" Stoffe

---

1) Auf die unorganischen Körper Rücksicht zu nehmen, ist hier nicht erforderlich.

ziehen natürlich alles Wasser an, bis sie aufgequollen sind, und dann tritt der zweite Fall wieder ein, sie werden wirkungslos. Unmöglich ist es also, dass sie bei der Vacuolenbildung irgend wie wirken. Zur Bildung einer scharfen Grenze oder der dünnen Platten von Protoplasma, welche ja angeblich die Vacuolen trennen sollen, kann ihre Anwesenheit nicht beitragen. Ungenau ist es auch, wenn Hofmeister an der — bei der zweiten Unmöglichkeit schon erwähnten Stelle quellungsfähig und löslich als identisch oder nahezu identisch setzt. Wenn Hofmeister trotzdem den „quellungsfähigen nicht löslichen" Körpern die Fähigkeit zuschreibt, die Endosmose ausserordentlich zu steigern (S. 335), so beruht das auf einem Irrthume, der so handgreiflich ist, dass er einem Pflanzenphysiologen doch nicht passiren sollte. Hofmeister hat nämlich Traganthgummi für **unlöslich** angesehen, obschon es längst bekannt ist[1]), dass derselbe eine grosse Menge, nach Buchholz, Guerin-Vary und Andern sogar über 50 pCt., **lösliches** Gummi enthält. Mir erschien dieser Irrthum so unglaublich, dass ich alle drei Stellen, an denen Hofmeister diese Versuche mittheilt (Flora 1858 S. 12; 1862 S. 149 und hier S. 335), genau verglichen habe, in der vergeblichen Hoffnung, eine correctere Angabe zu finden. Obschon so viele Jahre zwischen diesen Publicationen liegen, ist doch immer wieder die Unlöslichkeit des Traganthgummis behauptet. Mit Pectin, welches wenig oder gar nichts Lösliches enthalten zu haben scheint, ist der Versuch natürlich nicht gelungen, oder, wie es heisst, „ist die Wirkung nur langsam." Dies Fehlschlagen ist aber nur einmal (Flora 1858 S. 12) erwähnt, später ist nur vom Traganth die Rede und von diesem einen Stoffe aus wird nun frischweg allen „quellungsfähigen nicht löslichen Körpern" diese Eigenschaft beigelegt. Der Versuch besteht aber darin, dass zu einer Lösung, welche ein halb Procent Gummilösung enthielt, 20 pCt. lufttrocknes Traganthgummi (auf 37,364 gr. Lösung 7,521 gr.) zugesetzt wurden, worauf die Endosmose stärker war, als bei

1) Siehe Richard, medizinische Botanik; Schleiden, Pharmacognosie; die Handbücher der Chemie u. s. w.

einer Gummilösung von 5 pCt. Das ist freilich natürlich genug, denn die Menge des löslichen Gummis betrug im Tragantgummi allein 10 pCt. der Lösung und nahm vielleicht noch zu, da ja längeres Liegen im Wasser auch den anfangs unlöslichen Theil des Traganthgummis, das sogenannte Bassorin, mehr oder weniger in lösliche Stoffe umsetzen kann. Aber auch das hat Hofmeister nicht untersucht, sondern vielmehr auf diesem mit Vernachlässigung der einfachsten Vorsichtsmassregeln und mit Uebersehen längst bekannter Thatsachen angestellten Versuch, als einziger experimenteller Grundlage, die ganze Quellungstheorie aufgebaut!!

Fernere Unmöglichkeiten. Es ist mit dem eben geführten Nachweis der Unhaltbarkeit der Quellungstheorie das ganze künstliche Gebäude der Hofmeister'schen Vacuolentheorie unhaltbar geworden. Es ist ihm nun eben so unmöglich, wie Mohl, eine Erklärung dafür vorzubringen, wie die aufgenommene wässerige Flüssigkeit durch das Protoplasma hindurch in gesonderte Massen sich ausscheiden kann. Der Ausdruck „halbflüssig", hinter den Anhänger dieser Theorie sich zu verstecken lieben und wohinter in Wahrheit nichts anderes steckt, als die Absicht, das Halbflüssige in einer Hülfs-Hypothese als flüssig und in der nächsten als fest behandeln zu können, selbst dieser hilft auch nicht mehr, denn in soweit das Protoplasma flüssig und löslich ist, muss es sich mit der Vacuolenflüssigkeit mischen, und soweit es unlöslich ist, hat es keine Einwirkung auf die Flüssigkeit. Die Versuche, welche Hofmeister selbst mit dem Wasser-Durchtritt durch vegetabilische Membranen angestellt hat, bedingen eben immer das, was die Schleiden-Mohl'sche Schule nun einmal nicht sehen kann und nicht glauben will, die Anwesenheit von Membranen an der Aussenfläche der sogenannten Vacuolen. Hofmeister hat freilich wieder eine andere Hülfs-Hypothese bei der Hand, um zu erklären, wie es denn zugeht, dass eine Vacuole sich vergrössert. Er behauptet nämlich (S. 6), dass die Vacuole (d. h. nach seiner Ansicht die in Tropfenform ausgeschiedene wandlose wässerige Flüssigkeit) „bestrebt ist, an Umfang zuzu-

nehmen." — Aber ich denke, Niemand wird im Ernste eine Widerlegung dieser Annahme erwarten.

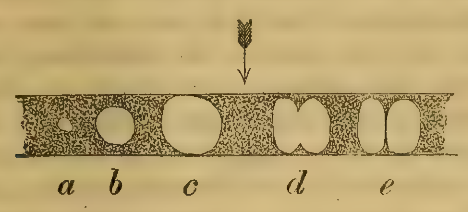
Es würde sonder Zweifel die Geduld des Lesers und wahrlich auch die des Schreibers ermüden, diese Theorie durch die von allen Seiten sich ferner noch aufdrängenden Widersprüche zu verfolgen, welche namentlich in der Hofmeisterschen Darstellungsweise alles Mass überschreiten; auch dürfte das Angeführte genügen, um den Ausspruch hinlänglich zu begründen, dass die Vacuole im Sinne der Schleiden-Mohlschen Schule eine physikalische Unmöglichkeit ist. Zwar ist die Frage hauptsächlich nach Hofmeister's Darstellung, als nach der neuesten und vollständigsten, behandelt, indess ist genug aus Mohl's Angaben beigebracht, um zu zeigen, dass auch bei der einfachsten und ältesten Darstellung die Schwierigkeiten im Wesentlichen nicht geringer sind, wie denn ja überhaupt Hofmeister nur breiter ausgeführt hat, was Mohl in kurzen Zügen früher aussprach.

Zweites Kapitel.

Beweis, dass eine Vacuole niemals beobachtet ist.

Die Vacuole im Sinne der Schleiden-Mohlschen Schule findet sich also, wie oben mitgetheilt, nur in Zellen, welche mit Protoplasma angefüllt sind. Dieses aber ist, wenn nicht durch seine Grundsubstanz, welche ja Hofmeister durchsichtig nennt, so doch durch die eingebetteten Körper von „anderem Lichtbrechungsvermögen", trübe und mehr oder weniger undurchsichtig. So erscheint es unter dem Mikroskope, so stellen alle Beobachter es dar; als „trübe und von weisser Farbe" beschreibt Mohl es. Die Vacuole nun erscheint bei ihrer ersten Entstehung als eine hellere kreisrunde kleine Stelle, welche durch das trübe Protoplasma durchschimmert. Mit der Zunahme der Vacuole wird diese Stelle grösser und heller, bis endlich das Protoplasma an der Spitze und am Grunde ganz verdrängt wird, wenn nämlich die Vacuole den Durchmesser der Zelle,

in welcher sie sich bildet, erreicht hat. Dies wird durch beifolgenden schematischen Querschnitt deutlich werden, in welchem der Pfeil die Richtung des Microscop-Rohres, a—d verschieden grosse Vacuolen in einer Zelle voll Protoplasma darstellen.



Darüber, dass diese helleren Stellen durch eine dünnere durchsichtige Flüssigkeit veranlasst werden, kann kein Zweifel bestehen. Aber darum handelt es sich hier nicht, sondern darum, ob unter dem Microscope nachgewiesen ist und nachgewiesen werden kann, dass diese Flüssigkeit nicht von besonderen Wänden umgeben ist. Dabei ist es nöthig, die Wirkungsweise des Microscopes genau im Auge zu behalten.

Erkennt man mit dem Microscop kleinere Vacuolen, wie a, b, so liegen dieselben, wie die Figur zeigt, unter dickeren oder dünneren Schichten von Protoplasma: folglich kann man, da dieses nur durchscheinend, aber nicht durchsichtig und klar ist, auch über die Struktur der Vacuolen nichts ermitteln. Werden die Vacuolen grösser, wie c und d, so stossen sie mit dem Scheitel an die Zellwandung an und es wird das Protoplasma hier mehr und mehr verdrängt. Bekanntlich erkennt man aber eine Wandung, namentlich wenn sie dünn ist, unter dem Microscop nicht an dem Scheiteltheile, sondern dann, wenn man durch durchsichtige Medien hindurch das Microscop auf die Ränder des grössten Umfanges einstellen kann. Wenn aber über diesen Rändern des grössten seitlichen Umfanges eine trübe, undurchsichtige Masse, wie das Protoplasma, liegt, so ist es unmöglich, die An- oder Abwesenheit einer Wandung festzustellen. Dieser Fall ist bei den im Protoplasma eingeschlossenen Vacuolen stets der Fall, wie die Figur ergiebt. Wenn dieselben nämlich einzeln liegen, so sind sie

kugelrund, folglich ist die grösste Ausbiegung unter dem Protoplasma versteckt; wenn sie aber an einander sich abplatten (Fig. d, e), so bleibt doch, weil ein Rest der Kugelform (wie fast bei aller Zellbildung) sich erhält, eine kleine Partie des Protoplasma an der Oberfläche zwischen ihnen liegen, welcher auf dem Querschnitte, Figur d, e, eine nach innen zugespitzte keilförmige, von oben gesehen eine fadenförmige Gestalt annehmen muss und annimmt. Solche Partien des Protoplasma haben bekanntlich unter dem Namen Saftfäden oder Saftströme (wenn nämlich die in ihm eingebetteten Körner fortbewegt werden) eine grosse Rolle in der Pflanzenphysiologie gespielt und sind ganz unverdienterweise zu grossem Ruhme gelangt. Diese Saftfäden nun verdecken stets die Stelle, wo zwei sogenannte Vacuolen sich berühren. Es ist unter diesen Umständen auch bei ausgebildeten sogenannten Vacuolen unmöglich, unter dem Microscope zarte Seitenwandungen im Innern des Protoplasma deutlich genug zu Gesicht zu bekommen, um mit Sicherheit ein Urtheil über ihre Existenz fällen zu können. Wenn aber die Wandungen eine gewisse Dicke erreicht haben, so werden sie auch durch die trübe Protoplasmaschicht hindurch sich sichtbar machen. Das ist denn auch gerade so von den Anhängern der Vacuolen beobachtet, aber da es in dieser einfachen Erklärung nicht in die Hypothese passt, ist wieder eine neue Hülfs-Hypothese gebildet, wonach sich „aus dem Protoplasma eine die Vacuole umkleidende hautähnliche Schicht bildet“ (Hofmeister S. 6).

Es giebt freilich Microscopiker, welche sich und Anderen einreden möchten, man könne durch Einstellen des Microscopes auf tiefer liegende Theile diese auch durch trübe Schichten hindurch deutlich erkennen und man sei z. B. berechtigt, hier die Nicht-Existenz von Wandungen an den sogenannten Vacuolen daraus zu folgern, dass man solche bei derartigem Einstellen nicht sähe. Wer aber die physikalischen Gesetze des microscopischen Sehens nicht aus dem Auge verliert, der weiss, dass man mit dem Microscope so wenig, wie mit dem blossen Auge durch undurchsichtige Theile oder, wie das Sprichwort sagt, durch ein Brett sehen kann, und dass man durch

trübe und halbdurchsichtige Theile hindurch freilich wohl gröbere Theile erkennen, niemals aber über zartere mit Sicherheit aburtheilen kann. Man ist daher eben so wenig berechtigt, zu behaupten, dass die Vacuolen, wenn sie einzeln liegen, wie Fig. a, b, c, der Wandung entbehren, als dass sie dann, wenn sie an einander stossen, wie Fig. d, e, der Scheidewand ganz oder halb entbehren, das heisst, ob d oder e die richtige Darstellung des Verhältnisses ist. Will man d, wie das die Anhänger der Vacuolentheorie thun, für die richtige Darstellung ansehen und diese Gestalt nicht äussern Hindernissen der Ausdehnung zuschreiben, nun, so muss man nicht davor zurückscheuen, auch alle die Consequenzen, und noch andere ähnlicher Natur dazu, auf sich zu nehmen, welche im vorigen Kapitel entwickelt sind.

Es erscheint daher irreleitend und wenig empfehlenswerth, solche durch Combination verschiedener mehr oder minder getrübter Bilder aus verschiedenen Tiefen gewonnenen Ansichten mit dem Namen „optischer Durchschnitt" zu bezeichnen, wie Hofmeister es thut, denn es sind hypothetische Schemata.

Drittes Kapitel.

Schlussbetrachtung.

In dem Vorhergehenden habe ich nun, wie ich glauben möchte, hinlänglich für alle die, denen logisches Denken für die Naturwissenschaft unerlässlich erscheint, nachgewiesen, dass die Vacuolentheorie der Schleiden-Mohl'schen Schule eben so unsicher begründet, wie physikalisch unhaltbar ist. Ich habe mich absichtlich dabei enthalten, irgend eine der vielen schönen Beobachtungen zu benutzen, welche in Deutschland, England, Nordamerika u. s. w. gegen die genannte Hypothese veröffentlicht sind. Vielmehr habe ich mich darauf beschränkt, lediglich Anhänger derselben zu citiren. Aber dagegen muss ich mich verwahren, als ob ich namentlich in der neuesten der angeführten Schriften, dem Handbuche der physiologischen Botanik von Hofmeister, ein Bild des gegenwärtigen Standes unserer

Pflanzenphysiologie anerkennen könnte. Es ist bisher bei Werken der Art in Deutschland wenigstens Sitte gewesen, die entgegenstehenden Ansichten kürzer oder länger, aber immer doch möglichst getreu wiederzugeben, um so den Lesern die Möglichkeit der Kritik zu gewähren; so haben es Schleiden, Schacht gehalten, und sogar Mohl hat in dem doch so knapp gehaltenen Artikel: Grundzüge . . der Zelle, Platz für dergleichen Citate gefunden. Hofmeister hat geglaubt, der Pflicht gegen das Publikum zu genügen, wenn er nur die seinen Hypothesen bequemen Angaben citirt. Dadurch ist sein Werk eine blosse Parteischrift geworden, von welcher kein Pflanzenphysiologe, welchen Ansichten er auch huldigen möge, behaupten kann, dass sie, wie die Vorrede sagt, „die Summe der festgestellten Thatsachen unter gemeinsame Gesichtspunkte“ geordnet habe. Für glücklich kann ich den eingeschlagenen Weg nach den hier vorliegenden Resultaten allerdings auch nicht halten, ja ich bin überzeugt, dass Hofmeister die Unhaltbarkeit bei manchen seiner Annahmen selbst schon eingesehen haben würde, wenn er sich die Mühe gegeben hätte, die entgegenstehenden Annahmen und Beobachtungen genau zu prüfen und in der Kürze seinen einzelnen Paragraphen beizufügen.

Fasst man aber alle Widersprüche in der Vacuolen-Hypothese zusammen und nimmt aus den Angaben ihrer Anhänger auch noch Folgendes hinzu:

1. Mohl's ausdrückliche und wiederholte Erklärung (R. Wagner, Handwörterb. der Physiol. Grundzüge . . der Zelle S. 44), dass die sogenannten Vacuolen, oder wie sie dort genannt werden, „Lücken im Protoplasma“, sich durchaus wie Zellen, ja oft wie ein zartwandiges Zellgewebe verhalten;
2. Schacht's vollkommene Bestätigung dieser Angaben, welche ihn sogar veranlasst hat, den Namen Scheinzellen statt des der Vacuolen anzuwenden;
3. die allgemeine, auch von den Vertretern der Hypothese zugegebene Beobachtung, dass man an grösseren Vacuolen deutliche Wandungen erkennt;
4. Schacht's ausdrückliche Erklärung (Lehrb. d. Anat. d.

Gewächse S. 41), dass er „grössere Scheinzellen, welche kleinere umschliessen“, beobachtet habe, Fälle, die ja keineswegs so selten sind;

so ergiebt sich, dass alle Erscheinungen sich viel einfacher, naturgemässer und mit Vermeidung aller physikalischen Widersprüche erklären, wenn man annimmt, dass die Zellwand, welche sich doch nach aller Beobachter Ansicht später um die sogenannte Vacuole fertig ausgebildet vorfindet, nicht in späterer, sondern in sehr früher Zeit entsteht, und dass also alle Vacuolen, so wie man sie beobachtet, schon mit einer solchen bekleidet sind. Es giebt keine einzige **Beobachtung**, welche diese Annahme verhinderte.

Eldena, 1. März 1868.

Die Mechanik der Accommodation des Auges.

Von

DR. H. KAISER,
Kreisarzt zu Dieburg bei Darmstadt.

(Hierzu Taf. X.)

Obgleich das Problem der Accommodation durch die vereinten Bemühungen so vieler höchst bedeutender Kräfte, insbesondere durch Helmholtz's Genie, so weit gelöst ist, dass kaum mehr ein Zweifel hinsichtlich des Mechanismus dieser wichtigen Augenfunction möglich erscheint, so hat doch selbst der genannte Forscher, welcher Tiefe der Speculation, unterstützt durch das mit Meisterschaft gehandhabte Instrument der mathematischen Analysis, mit einer praktischen Befähigung zur Prüfung und Verwerthung der theoretisch gewonnenen Resultate in kaum noch dagewesenem Grade vereinigt, seine so wohl begründete und durch eine lange Reihe von Jahren befestigte Ansicht als erhaben über jeden Zweifel nicht hinstellen gewollt[1]). Es sei mir deshalb erlaubt, das vorgelegte Problem lediglich vom Standpunkte der Mechanik aus zu discutiren, welcher nunmehr nach den umsichtigsten anatomischen und physiologischen Forschungen der schliesslich maassgebende zu

1) Vgl. Handbuch der physiologischen Optik 1867, S. 833.

sein scheint, indem sich ja die Natur in ihren Dispositionen den allgemeinen mechanischen Gesetzen unterwerfen muss.

Alle die, welche sich schon mit unserem Gegenstande eingehend beschäftigt haben und die kleinen Grössen und eigenthümlichen Verhältnisse des Auges, welche hier in Betracht kommen, berücksichtigen, werden es uns nicht verargen, wenn wir bei den betreffenden Formeln die exactesten Ausdrücke für wesentlich halten und darnach die Rechnungen durchführen, um entweder die bereits gefundenen Resultate zu bestätigen oder kleine Differenzen zu berichtigen.

Glücklicherweise beruhen die Beobachtungsdaten der Herren Helmholtz und Knapp, welche wir unseren numerischen Rechnungen zu Grunde zu legen uns erlauben, auf so exacten Messungen, dass die Genauigkeit der Formeln nicht durch etwaige Ungenauigkeit der Beobachtung zur Illusion wird.

I. Zwei Axiome der Mechanik.

1. Die Incompressibilität der wässerigen Flüssigkeiten.

Nach Colladon und Sturm vermindert sich das Volum des Wassers unter dem Drucke von 1 Atmosphäre nur um 0,00005, und es lässt sich mit Sicherheit annehmen, dass dieses Verhältniss auch beim humor aqueus nicht viel differirt. Was die Zusammendrückbarkeit des Glaskörpers betrifft, so kann sie vielleicht in Folge des in diesem möglicher Weise enthaltenen organischen Gewebes etwas bedeutender sein, jedoch sicher nicht so, dass sie hier in Betracht kommen könnte.

Bei der Krystalllinse, die ein Gerüste aus organischen Fasern und einen ziemlich dichten Kern besitzt, ist die Zusammendrückbarkeit zwar nicht in Abrede zu stellen; da jedoch bei der Accommodation eine merkliche Erhöhung des intraoculären Drucks nicht stattfindet, so können wir auch die Krystalllinse als ihr Volum bei der Accommodation nicht verändernd ansehen. Hiernach nehmen wir mit genügender Sicherheit an, dass eine Veränderung der Dichtigkeit

der Augenmedien und mithin des Brechungsexponenten derselben nicht Statt hat.

Da die Cornea und Sclerotica eine (wenigstens für die im Auge thätigen Kräfte) unveränderliche Hülle bilden, so bleiben auch die Hohlräume des Auges und das Volum der in ihnen enthaltenen Flüssigkeiten bei allen in ihnen vorgehenden mechanischen Acten unverändert.

2. Ein von einer Flüssigkeit umgebener fester elastischer Körper kann durch eine Druckveränderung der Flüssigkeit keine Gestaltsänderung erfahren.

Um dies zu beweisen, sei

$$z = f(x, y)$$

die Gleichung der Oberfläche des elastischen Körpers, alsdann ist die Gleichung der Berührungsebene eines beliebigen Punktes x_1, y_1, z_1 derselben:

$$z - z_1 = p(x - x_1) + q(y - y_1),$$

wenn

$$p = \frac{dz}{dx}, \quad q = \frac{dz}{dy}$$

ist.

Schneidet man die Berührungsebene durch zwei mit den Coordinaten-Ebenen der xz und der yz parallele und sich im Berührungspunkte x_1, y_1, z_1 schneidende Ebenen, so erhält man successive die beiden Gleichungssysteme der Schnittlinien:

$$\{ z - z_1 = p(x - x_1), \quad y = y_1 \} \ (\odot)$$
$$\{ z - z_1 = q(y - y_1), \quad x = x_1 \} \ (☽)$$

Die Cosinus der Neigungswinkel α, β, γ der Geraden ($\odot$) mit den Axen der x, y, z sind beziehungsweise:

$$\cos\alpha = \frac{1}{\sqrt{1 + p^2}}, \quad \cos\beta = 0, \quad \cos\gamma = \frac{p}{\sqrt{1 + p^2}}$$

und die Cosinus der Neigungswinkel α_1, β_1, γ_1 der Geraden (☽) mit den Coordinatenaxen sind respective:

$$\cos\alpha_1 = 0, \quad \cos\beta_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + q^2}}, \quad \cos\gamma_1 = \frac{q}{\sqrt{1 + q^2}}.$$

Nun hat man für die durch den Druck der Flüssigkeit

in dem Punkte x_1, y_1, z_1 des elastischen Körpers erregten elastischen Kräfte [1]):

auf das Element:	dy dz	dx dz	dy dz
nach der Axe der x:	N_1	T_3	T_2
„ „ „ „ y:	T_3	N_2	T_1
„ „ „ „ z:	T_2	T_1	N_3

Da nun die von Flüssigkeiten auf die Oberflächen glatter Körper ausgeübte tangentiale Wirkung = 0 sein muss (weil bei denselben eine Reibung nicht stattfindet), so muss auch die Summe der Projectionen der auf die sechs Flächen des unendlich kleinen Würfels dx dy dz (in dessen einer Ecke sich der Punkt x_1, y_1, z_1 befindet) wirkenden elastischen Kräfte auf die Gerade (⊙), sowie auch die Summe dieser Projectionen auf die Gerade (☽) gleich Null sein (weil diese beiden Geraden Tangenten an der Oberfläche des elastischen Körpers sind). Man erhält so die beiden Bedingungsgleichungen:

$$\left(\frac{dN_1}{dx}+\frac{dT_3}{dy}+\frac{dT_2}{dz}\right)\omega\cos\alpha+\left(\frac{dT_2}{dx}+\frac{dT_1}{dy}+\frac{dN_3}{dz}\right)\omega\cos\gamma=0$$

$$\left(\frac{dT_3}{dx}+\frac{dN_2}{dy}+\frac{dT_1}{dz}\right)\omega\cos\beta_1+\left(\frac{dT_2}{dx}+\frac{dT_1}{dy}+\frac{dN_3}{dz}\right)\omega\cos\gamma_1=0,$$

wo $\omega = dx\,dy\,dz$ ist.

Streicht man ω und setzt für die Cosinus ihre Werthe, so erhalten die beiden letzten Gleichungen die Form:

$$\frac{dN_1}{dx}+\frac{dT_3}{dy}+\frac{dT_2}{dz}+\left(\frac{dT_2}{dx}+\frac{dT_1}{dy}+\frac{dN_3}{dz}\right)p=0 \quad \binom{8}{+}$$

$$\frac{dT_3}{dx}+\frac{dN_2}{dy}+\frac{dT_1}{dz}+\left(\frac{dT_2}{dx}+\frac{dT_1}{dy}+\frac{dN_3}{dz}\right)q=0. \quad \binom{o}{+}$$

Nun hat man, wenn das Gleichgewicht der inneren Kräfte besteht, die Bedingungsgleichungen [2]):

---

1) S. Lamé, sur l. théorie math. d. l'élasticité des corps solides, Paris 1852, p. 16, oder auch A. Fresnel, sur l. double réfraction, in Mémoires d. l'académie. T. VII, wo aber andere Buchstaben genommen sind.

2) S. Lamé a. a. O.

$$\frac{dN_1}{dx} + \frac{dT_3}{dy} + \frac{dT_2}{dz} = 0, \quad \frac{dT_3}{dx} + \frac{dN_2}{dy} + \frac{dT_1}{dz} = 0$$

$$\frac{dT_2}{dx} + \frac{dT_1}{dy} + \frac{dN_3}{dz} = 0,$$

und hiermit ergeben die Gleichungen $\binom{8}{+}$ u. $\binom{9}{+}$

$$p = \frac{0}{0}, \quad q = \frac{0}{0}.$$

Das bedeutet, dass das Gleichgewicht der Oberflächen-Elemente des festen elastischen Körpers von der Gestalt seiner Oberfläche unabhängig ist, die elastischen Kräfte, mithin der sie erweckt habende äussere Druck der umgebenden Flüssigkeit, mögen beliebig gross sein.

Der elastische Körper braucht deshalb seine Form nicht zu ändern, wenn der Druck der Flüssigkeit sich verändert, und er wird es deshalb auch nicht thun, da eine zwingende Ursache fehlt.

Daraus ergiebt sich, dass in Folge des aus den Ciliarfortsätzen zurückströmenden Blutes bei der Accommodation für die Nähe eine Abflachung der hinteren Linsenfläche nicht stattfinden kann. In demselben Maasse nämlich, als der hydrostatische Druck im Glaskörperraume zunähme, müsste er auch in der vorderen Augenkammer zunehmen, und die Herstellung des hydrostatischen Gleichgewichts würde erfolgen lange bevor noch die Linse ihre Gestalt verändert hätte. Eine Gestaltveränderung würde nur dann in Folge des erwähnten Vorgangs stattfinden, wenn der Linsenrand vollkommen unnachgiebig befestigt wäre.[1])

---

1) Hiermit fällt auch die Möglichkeit einer Hypothese hinweg, welche vielleicht zu den vielen vorhandenen noch hätte hinzugefügt werden können, nämlich, dass die stärkere Wölbung der Linse beim Nahesehen die Folge ihres Bestrebens sei, dem verstärkten intraocularen Drucke eine geringere Oberfläche darzubieten. (Da sich die Oberfläche bei gleichbleibendem Volum der Linse verkleinert, wenn diese sich stärker wölbt.)

II. Formeln,

welche zur Beurtheilung des Einflusses kleiner Aenderungen der s. g. optischen Constanten dienen.

Legen wir die Formel zu Grunde[1])

$$(f_1 f_2 - f_2 F' - f_1 F'') \Phi = -f_1 f_2 (F'' - d) \quad (1.),$$

worin F', F'' die vordere und hintere Brennweite der Hornhaut, f_1, f_2 die vordere und hintere Vereinigungsweite, Φ die Brennweite der Krystallinse und d den Abstand ihres vorderen Hauptpunkts vom Hornhautscheitel bedeuten, und suchen die Veränderung Δf_1 der vorderen Vereinigungsweite f_1[2]), welche herrührt von einer kleinen Aenderung Δd der Grösse d, welche Aenderung auch nothwendig von einer Aenderung $\Delta f_2 = -\Delta d$ der hinteren Vereinigungsweite begleitet ist. Die Krystallinse, mithin Φ, soll dabei unverändert bleiben. Man erhält

$$\Delta f_1 = \frac{f_1 [\Phi F'' + f_2 (f_2 - \Delta d)] \Delta d}{f_2 [f_2 (\Phi + F'' - d) - \Phi F'' - (\Phi + F'' + f_2 - d - \Delta d) \Delta d]} \quad (2.)$$

Legt man den hier vorkommenden Grössen folgende Werthe bei[3]):

$F' = 22{,}8823$, $F'' = 30{,}5827$, $f_1 = 200$, $f_2 = 19{,}8$, $d = 5{,}3$,

so giebt die Formel (1.) für die Brennweite der Krystalllinse:

$$\Phi = 38{,}366.$$

Sucht man nun den entsprechenden Werth von Δd, vermittelst dessen die vordere Vereinigungsweite f_1 unendlich wird, so muss man den Nenner des Ausdrucks (2) gleich Null setzen und daraus den Werth von Δd bestimmen; denn Δf_1 ist hier diejenige Grösse, welche zu $f_1 = 200$ hinzugefügt werden muss, damit $f_1 + \Delta f_1$ unendlich werde, mithin ist auch $\Delta f_1 = \infty$.

---

1) S. unsere Abh. „Theorie des Astigmatismus", Archiv für Ophthalmologie XI. 3. S. 222.

2) Die vordere Vereinigungsweite ist die Objectdistanz, für welche das Auge accommodirt ist.

3) Hier, wie in der Folge immer, sind die Grössenwerthe in Millimetern ausgedrückt.

Man erhält so (am leichtesten mittelst der Regula falsi) den Werth

$$\Delta d = 1{,}0548.$$

Ein Zurückrücken der Linse um 1,0548mm würde mithin genügen, um die vordere Vereinigungsweite von 200mm auf ∞ hinaus zu rücken, mithin genügt auch ein Vorrücken der Linse um 1,0548mm, um das Auge von 200mm ∞ auf 200 zu accommodiren.

Für $f_1 = 150$ erhält man $\Phi = 36{,}45$, $\Delta d = 1{,}3312$.

Käme also der Linse des angenommenen Auges eine unveränderliche Brennweite von 36,45mm zu, so reichte ein Vorrücken derselben um 1,3312mm hin, um das Auge von unendlich auf 150mm einzustellen.

Setzt man in Formel (1.)

$$F' = \frac{r}{n-1}, \quad F'' = \frac{nr}{n-1}$$

so erhält man die Gleichung

$$f_1 = \frac{f_2 \Phi r}{(n-1)(\Phi - d) f_2 - n(\Phi - f_2) r} \quad (3.)$$

und daraus findet man für die sich ergebende Zunahme Δf_1 von f_1, wenn r um Δr wächst:

$$\Delta f_1 = \frac{(n-1) f_1 f_2 (\Phi - d) \Delta r}{r[(n-1) f_2 (\Phi - d) - n(\Phi - f_2)(r + \Delta r)]} \quad (4.)$$

Könnte mithin das Auge seine Hornhautkrümmung von r auf $r \pm \Delta r$ verändern, so würde die Distanz der deutlich zu sehenden Objecte von f_1 auf $f_1 \pm \Delta f_1$ übergehen müssen.

Sucht man nun mittelst der vorigen Werthe und $\Phi = 38{,}366$, wie gross Δr sein muss, damit Δf_1 und mithin $f_1 = \infty$ werde, so muss man den Nenner der Gl. (4.) gleich Null setzen und den daraus folgenden Werth von Δr bestimmen.

Man erhält so

$$\Delta r = 1{,}1786.$$

Die Formel, welche den Einfluss einer Veränderung von Φ, der Brennweite der Krystalllinse, zu erkennen giebt, ist bereits in unserem Aufsatze über Anisometropie[1]) enthalten.

---

1) Archiv für Ophthalmologie XIII. 2. S. 263.

Erwägt man nun, wie gering die Vorschiebung der Krystalllinse (Δd) und die Aenderung des Krümmungshalbmessers der Hornhaut (Δr) zu sein brauchen, um das Auge von unendlich auf 200^{mm} zu accommodiren, so muss es auffallend erscheinen, wenn die Natur diese Disposition des Auges bei dem Acte der Accommodation nicht benutzt.

In der That hat Knapp in seiner wichtigen und unseren Rechnungen hauptsächlich zu Grunde gelegten Abhandlung „über die Lage und Krümmung der Oberflächen der menschl. Krystalllinse und den Einfluss ihrer Veränderungen bei der Accommodation auf die Dioptrik des Auges"[1]) nachgewiesen, dass eine kleine Verschiebung der Krytalllinse bei der Accommodation für die Nähe wirklich stattfindet, und wir haben dies für die fünf uns zu Gebote stehenden Beobachtungen (2 von Helmholtz und 3 von Knapp) durch die vermittelst einer exacten Formel vorgenommene Berechnung bestätigt gefunden. Diese Verschiebung beträgt jedoch nur ungefähr $^1/_{10}$ Millimeter. Berechnet man mittelst der Formel (2.), wie gross die entsprechende Veränderung in der Distanz der deutlich zu sehenden Objecte ist, so findet man $\Delta f_1 = 20{,}36^{mm}$. Dies ist keine namhafte Grösse, sie entspricht nur einer Accommodationsbreite von $\frac{1}{200} - \frac{1}{220{,}36} = \frac{1}{2165^{mm}}$, d. i. von $\frac{1}{80}$.

Auch ist die durch die stärkere Wölbung der Linsenoberflächen bedingte Vorschiebung des zweiten Hauptpunkts der Krystalllinse um vieles beträchtlicher[2]).

Dieses Vorrücken des Linsenkörpers kann deshalb nicht wohl an und für sich als ein wesentliches Hülfsmittel bei der Accommodation angesehen werden. Wie es aber dennoch ein solches mittelbar, und zwar von hohem Belange, werden kann und höchst wahrscheinlich meistens auch wirklich ist, dar-

1) Archiv für Ophthalmologie VI. 2.
2) Vgl. das Schema a. a. O. S. 41.

über wird sich uns am Schlusse dieser Arbeit eine überraschende Aufklärung von selbst darbieten.

Was die Hornhaut betrifft, so ist es durch zuverlässige Messungen bewiesen, dass sie sich nicht durch willkürliche kleine Aenderungen ihres Krümmungshalbmessers an dem Acte der Accommodation betheiligt.[1]) Ob sie aber nicht an den äussersten Grenzen der Accommodation durch Vermehrung des intraocularen Druckes durch Blutzufluss von Aussen und Wirkung der Augenmuskeln einen Einfluss hat, darüber wollen wir uns kein Urtheil erlauben.

III. Formel

zur genauen Berechnung des Krümmungshalbmessers der vorderen Linsenfläche vermittelst Vergleichung des von dieser entworfenen Bildes mit dem von der Hornhaut entworfenen. — Die Helmholtz'sche Formel.

Es sei (Fig. 1.)

P der Hornhautpol,

P_1 der vordere Linsenpol,

C der Krümmungsmittelpunkt der Hornhaut,

C_1 der Krümmungsmittelpunkt der Linse,

$AP = a$ die Entfernung des leuchtenden Gegenstandes vom Hornhautpol (sie musste in der Zeichnung viel zu klein dargestellt werden),

$AB = b$ der Abstand des oberen Endes B des Objects von der verlängerten Augenaxe A F,

$PP_1 = d$ die Distanz des vorderen Linsenpols vom Hornhautpol.

1) Die Hypothese von H. Lawson (Ophth. review, vol. II. 1866), wonach beim Nahesehen die hintere Platte der Hornhaut durch die Wirkung des Ciliarmuskels convexer gemacht und die Augenaxe verlängert werde, kann aus mechanischen Gründen nicht wohl acceptirt werden.

Dabei werde angenommen

r = Krümmungshalbmesser der Hornhaut,

R = Krümmungshalbmesser der vorderen Linsenfläche.

Damit findet man für die Entfernung des Punktes F, in welchem sich die von A ausgehenden Strahlen durch die Wirkung des von der Hornhaut begrenzten humor aqueus vereinigen:

$$PF = \frac{nar}{(n-1)a - r} = e. \quad (5.)$$

Der von dem Endpunkte B des leuchtenden Objects aus durch den Krümmungsmittelpunkt c der Hornhaut gehende Strahl dringt ungebrochen in den humor aq. ein, folglich muss das Bild des Punktes B in der Verlängerung der Graden Bc, und zwar in G, liegen, wenn FG senkrecht auf der optischen Axe im Vereinigungspunkte F der von A ausgehenden Strahlen errichtet ist. Es ist mithin FG das verkehrte reelle Bild von AB. Demnach hat man für die Grösse γ des Bildes FG

$$\gamma = \frac{b}{a+r}(e-r). \quad (6.)$$

Nun wird der vom Endpunkte G des Bildes FG ausgesandte und durch den Krümmungsmittelpunkt c_1 der vorderen Linsenfläche gehende Strahl von letzterer auf derselben Bahn zurückgeworfen, das von der genannten Fläche reflectirte Bild des Punktes G muss mithin in der Geraden Gc_1 liegen. Die vom Punkte F ausgehenden Strahlen werden in dem Punkte F_1 vereinigt, für welchen, da $P_1F = e - d$ ist,

$$P_1F_1 = \frac{(e-d)R}{2(e-d)-R} = e_1 \quad (7.)$$

und man hat für die Grösse des Bildes F_1G_1

$$\gamma_1 = \frac{\gamma}{e-d-R}(e_1 - R). \quad (8.)$$

Dieses Bild ist aufrecht und virtuell.

Der Strahl endlich, welcher vom Endpunkte G_1 des von der vorderen Linsenfläche entworfenen Bilds F_1G_1 durch c geht, wird wieder ungebrochen durch die Hornhaut in die Luft austreten, und es muss mithin das Bild dieses Punktes in der Geraden G_1c liegen. Für den Vereinigungspunkt der von F_1

ausgehenden und an der Hornhautoberfläche gebrochenen Strahlen erhält man:

$$PF_2 = \frac{(e_1+d)r}{nr-(n-1)(e_1+d)} = e_2 . \quad (9.)$$

Folglich hat man endlich für die gesuchte Grösse des Bildes F_2G_2 die Gleichung:

$$F_2G_2 = \gamma_2 = \frac{\gamma_1}{e_1+d-r}(e_2-r) . \quad (10.)$$

Substituirt man aus den vorhergehenden Formeln successive die Werthe von $e_2, \gamma_1, e_1, \gamma$, so erhält man aus (10.):

$$\gamma_2 = \frac{nbrR(e-r)}{(a+r)\{nr[2(e-d)-R]-(n-1)[2d(e-d)+(e-2d)R]\}} (11.)$$

Dieses Bild ist, wie das vorhergehende, virtuell und aufrecht. Für die Grösse des von der Hornhaut entworfenen Spiegelbilds eines leuchtenden Objects γ^1 findet man (analog der Formel 7.), wenn b^1 den Abstand des oberen Endes des leuchtenden, in derselben Entfernung a vom Auge befindlichen Objects von der optischen Axe bedeutet:

$$\gamma^1 = \frac{b^1 r}{2a+r} . \quad (12.)$$

Da die Grössen b und b^1 eben so gut die Abstände der unteren Endpunkte der leuchtenden Objecte von der optischen Axe bedeuten können, so kann man sie auch für die ganzen Grössen der leuchtenden Objecte gelten lassen, vorausgesetzt, dass diese auf der optischen Axe senkrecht stehen.

Wählt man nun die Grösse des von der Hornhaut gespiegelten Objects b^1 so, dass $\gamma_1 = \gamma_2$ wird, und setzt

$$\frac{r}{2a+r} = k, \quad \frac{b^1}{b} = g, \quad \frac{nr(e-r)}{a+r} = m, \quad 2(e-d) = p, \quad e-2d = q,$$

so ergiebt sich die gesuchte Gleichung:

$$R = \frac{kgp[nr-(n-1)d]}{m+kg[nr+(n-1)q]} . \quad (13.)$$

Berücksichtigt man noch, dass, wenn f_1, f_2 die vordere und hintere Brennweite der Hornhaut bedeuten,

$$\frac{r}{n-1} = f_1 \text{ und } \frac{nr}{n-1} = f_2 \quad (\alpha.)$$

ist, und setzt der Kürze wegen

$$m_1 = \frac{f_2(e-r)}{a+r},$$

so erhalten die Formeln (5.) und (13.) auch die Form:

$$e = \frac{af_2}{a-f_1}$$

$$R = \frac{kgp(f_2-d)}{m_1+kg(f_2+q)} \quad . \quad (14.)$$

Mittelst dieser Formel (14)[1]) habe ich die von Helmholtz und Knapp bekannt gemachten Beobachtungen[2]) berechnet und stelle in nachfolgender Tabelle die zur Rechnung nöthigen Daten, sowie die Resultate meiner Rechnung und die der Herren Autoren zusammen. Obgleich, wie man sieht, die Differenzen nicht von erheblichem Belange sind, so halte ich es doch nicht für überflüssig, bei einer so wichtigen Frage alle etwaigen Bedenken zu beseitigen.

Tabelle A.

	O. H.		B. P.		Joh. Sommer.	
a	450		450		330	
r	7,3380		7,6460		7,7705	
e	30,6306		31,9831		33,1848	
	Ferne	Nähe	Ferne	Nähe	Ferne	Nähe
g	3,1044	1,7258	1,6448	0,9129	1,4199	0,84795
d	3,9240	3,5640	3,5970	3,1570	3,5924	3,0343
R	12,1310	8,7095	8,8516	5,8969	8,1867	5,7209
	Helmholtz.				Knapp.	
R	11,9	8,6	8,8	5,9	8,2972	5,9213

1) Dieselbe leidet strenge genommen an zwei Ungenauigkeiten. Die erste beruht darauf, dass das Auge als genau centrirt angenommen wurde, was es nach den Beobachtungen der beiden oben genannten Autoren nicht ist, — die zweite sieht man ein, wenn man berücksichtigt, dass r in den Formeln (5.) und (6.), sodann in der Formel (8.) und dann wieder in den Formeln (9.) und (10.) verschiedene Werthe haben muss, weil die Krümmung der Hornhaut im Pol und in den zwei seitlich gelegenen Punkten, in denen die Object- und Bildstrahlen durch die Hornhaut ein- und ausgehen, verschieden ist. Bei der Berechnung sind aber diese beiden Fehler in den meisten Fällen ohne Belang.

2) Archiv für Ophthalmologie I. 2, VI. 2.

	Heinr. Sommer.		Ferd. Schmidt.		Herm. Schiller.	
a	330		330		330	
r	8,0303		7,1653		7,2053	
e	34,3808		30,4219		30,6035	
	Ferne	Nähe	Ferne	Nähe	Ferne	Nähe
g	1,3200	0,6400	1,5680	0,7612	1,93046	0,80951
d	3,6073	3,0533	3,3774	2,7295	3,4786	2,8432
R	8,0709	4,7140	8,0424	4,8559	9,5070	5,2816
			Knapp.			
R	7,9459	4,8865	7,8600	4,8076	9,0641	5,0296

Die Helmholtz'sche Formel, deren sich auch Knapp bedient hat, ist nur eine genäherte, indem sie voraussetzt, dass die Entfernung des leuchtenden Gegenstands vom Auge im Vergleich zur Grösse des Krümmungshalbmessers und der Brennweite der Hornhaut als unendlich gross betrachtet werden könne. Dies ist nun bei dem hier angewandten Verfahren, d. i. bei Distanzen von 45 und 33 Cm., nicht ganz ohne Bedenken.

Nehmen wir in unserer Formel (14.) a so gross an, dass die erwähnte Vernachlässigung stattfinden kann, so wird

$$k = \frac{r}{2a}, \quad e = f_2, \quad m_1 = \frac{f_2(f_2 - r)}{a}, \quad p = 2(f_2 - d), \quad q = f_2 - 2d,$$
$$gr. = 2q^1 \text{*)}$$

und die Formel (14.) geht über in die genäherte

$$R = \frac{q^1(f_2 - d)^2}{\frac{1}{2} f_2(f_2 - r) + q^1(f_2 - d)}$$

oder, weil zufolge der Formeln (α.) $f_2 - r = f_1$ ist, in die Helmholtz'sche

$$R = \frac{q^1(f_2 - d)^2}{\frac{1}{2} f_1 f_2 + q^1(f_2 - d)}. \quad (15.)$$

*) Bei Helmholtz (a. a. O. S. 49) ist nämlich q^1 die Brennweite des combinirten Systems, welches aus der spiegelnden Linsenfläche und dem davor befindlichen, von der Hornhaut begrenzten Humor aq. besteht, und die obige Gleichung folgt aus der Proportion $b : b^1 = \frac{r}{2} : q^1$, weil sich die Grösse der leuchtenden Objecte, deren Spiegelbilder gleich gross erscheinen, umgekehrt verhalten müssen, wie die Krümmungshalbmesser der spiegelnden Systeme.

IV. Formel

zur Berechnung des Krümmungshalbmessers der hinteren Linsenfläche.

Es seien (Fig. 2.)

P, P_1, P_2 die Pole beziehungsweise der Hornhautoberfläche, der vorderen, der hinteren Linsenfläche,

c, c_1, c_2 die Krümmungsmittelpunkte dieser Flächen,

F, F_1, F_2, F_3, F_4 die Vereinigungspunkte der Strahlen, welche beziehungsweise vom Axenpunkte des leuchtenden Objects, dann successive von den Punkten F, F_1, F_2, F_3 ausgehen und respective von den Flächen $mn, m_1n_1, m_2n_2, m_1n_1, mn$ gebrochen, oder (von m_2n_2) reflectirt werden,

$FG, F_1G_1, F_2G_2, F_3G_3, F_4G_4$ die in diesen Punkten durch die genannten Flächen erzeugten Bilder, — dabei sei wieder

die Entfernung des leuchtenden Gegenstands vom Auge $= a$,

die lineare Grösse des leuchtenden Objects $= b$,

der Halbmesser der Hornhaut $= r$,

der Halbmesser der vorderen Linsenfläche $= R_1$,

der Halbmesser der hinteren Linsenfläche $= R_2$,

die Entfernung des vorderen Linsenpols von der Hornhaut $PP_1 = d$,

die Dicke der Linse $P_1P_2 = d_1$,

und endlich sei noch

n das Brechungsverhältniss von Luft in Humor aq.,

n_1 von Humor aq. in Linsensubstanz.

Alsdann hat man für die absoluten Grössen der Vereinigungsweiten e, e_1, e_2, e_3, e_4 und Bilder $\gamma, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$:

$$\left.\begin{array}{l} 1)\ PF = \frac{nra}{(n-1)a-r} = e,\ FG = \gamma = \frac{b}{a+r}(e-r) \\ 2)\ P_1F_1 = \frac{n_1(e-d)R_1}{R_1+(n_1-1)(e-d)} = e_1,\ F_1G_1 = \gamma_1 = \frac{\gamma}{e-d-R_1}(e_1-R_1) \end{array}\right\} \quad (16.)$$

$$\left.\begin{array}{l}
3)\ P_2F_2 = \dfrac{(e_1-d_1)R_2}{R_2+2(e_1-d_1)} = e_2,\ F_2G_2 = \gamma_2 = \dfrac{\gamma_1}{e_1-d_1+R_2}(R_2-e_2) \\[2ex]
4)\ P_1F_3 = \dfrac{(d_1-e_2)R_1}{R_1n_1-(n_1-1)(d_1-e_2)} = e_3,\ F_3G_3 = \gamma_3 = \dfrac{\gamma_2}{e_2-d_1+R_1}(R_1-e_3) \\[2ex]
5)\ PF_4 = \dfrac{(e_3+d)r}{rn-(n-1)(e_3+d)} = e_4,\ F_4G_4 = \gamma_4 = \dfrac{\gamma_3}{r-d-e_3}(r-e_4)
\end{array}\right\} (16).$$

Sämmtliche fünf Bilder sind verkehrt, vom ersten bis dritten an Grösse abnehmend, vom dritten bis letzten zunehmend.

γ_4 drückt die Grösse des von dem Beobachter gesehenen Spiegelbilds, welches die hintere Linsenfläche von dem leuchtenden Objecte entwirft, aus.

Für das Auge des Joh. Sommer erhält man z. B. für's Fernsehen folgende Werthe[1])

$P\ F\ = e\ = 33{,}4390$	$\gamma\ = 0{,}077615$
$P_1 F_1 = e_1 = 24{,}5890$	$\gamma_1 = 0{,}058950$
$P_2 F_2 = e_2 = 2{,}3703$	$\gamma_2 = 0{,}006760$
$P^1 F_3 = e_3 = 1{,}4461$	$\gamma_3 = 0{,}006865$
$P\ F_4 = e_4 = 4{,}6062$	$\gamma_4 = 0{,}008224$

Durch successive Substitution erhält man γ_4 (Gl. 16.) als Function der Grösse b des leuchtenden Objects. Wählt man nun die Grösse b^1 des Objects für das gleichzeitig zu erzeugende Hornhautspiegelbild γ^1 wieder so, dass beide Spiegelbilder gleich gross werden, so hat man $\gamma_4 = \gamma^1$, wo γ^1 wieder den durch Gl. (12.) gegebenen Werth hat.

Setzt man nun der Kürze wegen

$$\frac{b^1}{b} = g,\ 2(e_1-d_1) = p,\ e_1 - 2d_1 = q,$$

$$\frac{nn_1r(2a+r)}{(n-1)a-r} = f,\ (n_1-1)(e-d) = k,\ nr-(n-1)d = l,$$

und bemerkt, dass

$$e_1 = \frac{n_1R_1(e-d)}{R_1+k},$$

so findet man die Formel:

$$R_2 = \frac{\{[n_1l-(n-1)d_1]R_1-(n_1-1)ld_1\}pg(R_1+k)}{fR_1^2-\{[(n-1)q+n_1l]R_1+(n_1-1)lq\}g(R_1+k)}. \quad (17.)$$

1) Berechnet mit $r = 7{,}826$, $R_1 = 8{,}2972$, $R_2 = 5{,}3546$, $d = 3{,}6921$ $d_1 = 3{,}9203$.

Berücksichtigt man wieder, dass $\frac{nr}{n-1} = F_2$ und $\frac{r}{n-1} = F_1$ ist, wenn F_1 und F_2 die vordere und hintere Brennweite der Hornhaut bedeuten, und setzt

$$n_1 - 1 = \nu,\ F_2 - d = \varphi,$$

so wird

$$f = \frac{n_1 F_2 (2a+r)}{a - F_1},\quad e = \frac{a F_2}{a - F_1}$$

und die Formel (17.) geht in folgende über:

$$R_2 = \frac{g p (R_1 + k)[R_1(n_1 \varphi - d_1) - \nu \varphi d_1]}{\frac{1}{n-1} f R_1^2 - g(R_1 + k)[R_1(q + n_1 \varphi) + \nu \varphi q)} \quad (18.)$$

Nach dieser Formel und den von Knapp[1]) gegebenen Werthen, mit dem nur die Werthe von F_1 und F_2, welche mit dem von genanntem Autor gegebenen Krümmungshalbmesser der Hornhaut berechnet wurden, nicht ganz übereinstimmen, wurden die in nachstehender Tabelle B. gegebenen Werthe von R_2 berechnet.

Tabelle B.

	Joh. Sommer.		Ferd. Schmidt.		Herm. Schiller.	
	Fernesehen	Nahesehen	Fernesehen	Nahesehen	Fernesehen	Nahesehen
r	7,7705		7,1653		7,2053	
F_1	23,0950		21,2936		21,4125	
F_2	30,8590		28,4589		28,6178	
d	3,5924	3,0343	3,3774	2,7295	3,4786	2,8432
d_1	3,9203	4,4784	3,7760	4,4239	3,6225	4,2579
R_1	8,2972	5,9213	7,8600	4,8076	9,0641	5,0296
g	0,6898	0,63846	0,9000	0,78344	0,85164	0,74106
R_2	5,3597	4,7005	7,1657	5,8048	6,4137	5,1485
			Knapp.			
R_2	5,3546	4,6585	6,9012	5,6098	6,4988	5,0855

Bei der Berechnung wurde noch angenommen

$$a = 330,\ n = 1{,}3365,\ n_1 = 1{,}0883.$$

Ausserdem ist zu bemerken, dass die Formel (18.) das Unangenehme hat, dass sie öfteres Aufsuchen von Logarithmen und

1) a. a. O. S. 41.

ihren Zahlen erheischt, was ziemlich ermüdend ist. Wesentlich erleichtert wird die Rechnung mittelst der Gauss'schen Tafeln (in Zach's monatl. Correspondenz 1812. Th. XXVI, und auch in J. Pasquich logar. trigon. Tafeln), vermittelst deren man den Logarithmus der Summe oder Differenz zweier Zahlen, deren Logarithmen man hat, finden kann, ohne die Zahlen selbst aufzusuchen. Die Tafel ist zwar nur fünfstellig, dies ist jedoch für vorliegende Rechnung hinreichend. Mittelst dieser Tafeln wurden die Werthe von R_2 für die beiden letzten Augen berechnet, die für das erste Auge dagegen mit den siebenstelligen Logarithmen.

Man sieht, dass die von Knapp gefundenen Werthe wenig von den hier berechneten abweichen.

Berücksichtigt man dabei, dass die zu Grunde liegenden Beobachtungen nicht so scharf wie die des vorderen Linsenbildchens ausfallen können, so möchte wohl in praxi die Knapp'sche Näherungsmethode als genügend angesehen werden können.

Knapp nimmt nämlich vorerst, gestützt auf die Helmholtz'sche Untersuchung, den Krümmungshalbmesser der hinteren Linsenfläche gleich der doppelten Brennweite des combinirten spiegelnden Systems dieser Fläche[1]) + 0,1mm und berechnet hiermit, sowie mittelst der übrigen, vorher bestimmten Elemente die s. g. Cardinalpunkte des Auges. Alsdann wendet er die Formel (15.) an, in welcher hier für $f_2 - d$ der Abstand p des hinteren Brennpunkts des Auges von der hinteren Linsenfläche, für f_1, f_2 die Hauptbrennweiten des Auges und $q^1 = \frac{1}{2}$ g r zu nehmen ist. Die Gl. (15.) erhält so die Gestalt:

$$R_2 = \frac{g\,r\,p^2}{f_1 f_2 - g r p}. \quad (19.)$$

Er denkt sich nämlich die spiegelnde Fläche parallel mit der Hinterfläche der Linse und dicht an dieser gelegen, und kann somit das optische System des Auges in der erwähnten Formel für die Hornhaut einsetzen.

1) Vgl. die Anmerkung unter IV.

V. Formel

zur genauen Berechnung der Linsendicke und des Orts des hinteren Linsenscheitels. — Gang der Berechnung der optischen Constanten.

Setzt man in dem System der Formeln (16.) $e_2 = 0$, indem man für das Bild γ_2 einen im Scheitel der hinteren Linsenfläche befindlichen leuchtenden Punkt annimmt, so erhält man die beiden Gleichungen:

$$e_3 = \frac{d_1 R_1}{R_1 n_1 - (n_1 - 1) d_1}, \quad e_4 = \frac{(e_3 + d) r}{rn - (n-1)(e_3 + d)}.$$

Substituirt man den Werth von e_3 aus der ersten dieser beiden Gleichungen in die zweite, so ergiebt sich:

$$e_4 nr [R_1 n_1 - (n_1 - 1) d_1] = [r + (n-1) e_4] \{ n_1 d R_1 + d_1 [R_1 - (n_1 - 1) d] \}$$

und man erhält hieraus für die Dicke der Linse die Formel:

$$d_1 = \frac{n_1 R_1 \{ nre_4 - d[r + (n-1) e_4] \}}{[r + (n-1) e_4][R_1 - (n_1 - 1) d] + n(n_1 - 1) re_4}.$$

Setzt man nun ψ statt e_4, so dass ψ die scheinbare Distanz des hinteren Linsenscheitels vom Hornhautscheitel, oder der durch seine Entfernung vom Hornhautscheitel bestimmte scheinbare Ort ist, wo der hintere Linsenscheitel von einem vor dem (beobachteten) Auge befindlichen Beobachter gesehen wird (welcher Ort durch trigonometrische Messungen zu bestimmen ist[1]) und setzt wieder

$$n_1 - 1 = \nu, \quad \frac{r}{n-1} = F_1, \quad \frac{nr}{n-1} = F_2,$$

wo

$$n = 1{,}3365, \quad n_1 = 1{,}0883$$

ist, und F_1, F_2 die vordere und hintere Brennweite der Hornhaut bedeuten, so erhält die Formel für die Linsendicke folgende Gestalt:

$$d_1 = \frac{n_1 R_1 [\psi F_2 - d(F_1 + \psi)]}{\nu \psi F_2 + (F_1 + \psi)(R_1 - \nu d)}. \quad (20.)$$

---

1) S. Helmholtz a. a. O. S. 51, Knapp, l. c. p. 17.

Hiermit hat man für den wahren Abstand ψ_1 des hinteren Linsenscheitels von der Hornhaut:

$$\psi_1 = d + d_1. \quad (21.)$$

Aus der Differenz der dem Fern- und Nahesehen entsprechenden Werthe von d_1 und ψ_1 kann man denn auch die Zunahme (Δd_1) der Linsendicke und das Vorschieben ($\Delta\psi_1$) der hinteren Linsenfläche, mithin auch des ganzen Linsenkörpers bei der Accommodation für die Nähe leicht berechnen.

Nach diesen Formeln (20.) u. (21.) wurden die in nachstehender Tabelle C. aufgeführten Werthe von d_1, ψ_1, Δd_1, $\Delta\psi_1$ berechnet. (Vermittelst der bereits oben bis auf ψ angegebenen Daten von Helmholtz und Knapp[1]).

Tabelle C.

	O. H.		B. P.	
	Fernsehen	Nahesehen	Fernsehen	Nahesehen
ψ	6,7755	6,7755	7,0040	7,0040
d_1	3,1779	3,5193	3,8402	4,2024
ψ_1	7,1019	7,0833	7,3372	7,2594
Δd_1		0,4414		0,3622
$\Delta\psi_1$		0,0186		0,0778
		Helmholtz.		
d_1		3,414		3,801

	Joh. Sommer.		Ferd. Schmidt.		Herm. Schiller.	
	Fernesehen	Nahesehen	Fernesehen	Nahesehen	Fernesehen	Nahesehen
ψ	7,2261	7,2261	6,9415	6,9415	6,8749	6,8749
d_1	3,9505	4,4303	3,7811	4,3062	3,6596	4,1774
ψ_1	7,5429	7,4646	7,1585	7,0357	7,1382	7,0206
Δd_1		0,4798		0,5251		0,5178
$\Delta\psi_1$		0,0783		0,1228		0,1176
			Knapp.			
d_1	3,9206	4,4785	3,7760	4,4239	3,6225	4,2579
ψ_1	7,5127		7,1534		7,1011	
Δd_1		0,5578		0,6479		0,6354

1) Die oben berechneten Werthe der Krümmungshalbmesser der Linsenflächen wurden deshalb nicht genommen, um die Resultate der Berechnung besser mit denen der genannten Autoren vergleichen zu können.

Knapp hat bei seiner Berechnungsmethode die Cardinalpunkte der Linse dem schematischen Auge von Listing entnommen und, nachdem er berechnet hat, wo, im Humor aq. gesehen, der scheinbare Ort des hinteren Linsenscheitels sich befindet, berechnet er mittelst jener Cardinalpunkte den gesuchten wirklichen Ort.

Wir wollen nun noch untersuchen, wie gross der Fehler ist, der dabei begangen wird.

Es sei (Fig. 3.) a der Scheitel der Hornhaut, b der vordere und e der hintere Linsenscheitel, c der vordere und d der hintere Hauptpunkt der Linse, und f der von dem in Humor aq. befindlich gedachten Auge des Beobachters durch die Linse hindurch gesehene scheinbare Ort des hinteren Linsenscheitels; ferner werde gesetzt:

$$ab = d, \quad bc = \delta, \quad cd = \delta_1, \quad af = \psi, \quad ae = \psi_1;$$

so hat man vermöge der bekannten Cardinalformel der Optik:

$$f_1 = -\frac{F_1 f_2}{F_2 - f_2},$$

wo F_1 und F_2 die vorderen und hinteren Brennweiten und f_1 und f_2 die vorderen und hinteren Vereinigungsweiten des betreffenden Systems sind. Dieses System ist hier die Linse, und die Frage ist, wo liegt der leuchtende Punkt e, welcher durch die Linse, vom Humor aq. aus gesehen, in f erscheint? Man muss hier in der vorstehenden Formel setzen

$F_1 = F_2 = \Phi =$ der Brennweite der Linse in Humor aq.,
$f_2 = cf$ (bekannt) und $f_1 = de$ (gesucht) nehmen.

Da nun

$$f_2 = \psi - d - \delta; \; - f_1 = \psi_1 - d - \delta - \delta_1$$

ist, so hat man, wenn man noch

$$d + \delta = D$$

setzt:

$$\psi_1 = D + \delta_1 - f_1, \quad f_1 = \frac{-\Phi(\Phi - d)}{\Phi + D - \psi},$$

oder

$$\psi_1 = D - \delta_1 + \frac{\Phi(\Phi - d)}{\Phi + D - \psi}. \quad (22.)$$

Dies ist die Formel für das Knapp'sche Verfahren, in

welcher für δ, δ_1, Φ die schematischen Werthe genommen werden. Differentiirt man nun ψ_1 nach D und δ_1, so ergiebt sich:

$$\Delta \psi_1 = \Delta D + \Delta \delta_1 - \frac{\Phi^2}{(\Phi + D - \psi)^2} \Delta D.$$

Da sich nun die beiden Glieder mit ΔD nahezu aufheben, so hat man ziemlich genau

$$\Delta \psi_1 = \Delta \delta_1,$$

d. h. der bei diesem Verfahren entstehende Fehler ist sehr nahe gleich dem Fehler in der Annahme der Entfernung der beiden Knotenpunkte der Linse von einander.

Aus der obigen Berechnung (Tabelle C.) geht das bereits von Knapp behauptete, jedoch in seinem Werthe-Schema nicht berücksichtigte Vorrücken des Linsenkörpers hervor. Es beträgt in den drei Fällen von Knapp im Durchschnitt 0,1062. — Da hier die letzte der zur Berechnung der am Auge vorgenommenen Messungen dienenden Formeln gegeben wurde, so wollen wir uns nur noch zu bemerken erlauben:

1) dass die gegebenen Formeln vollständig exact sind,

2) dass ein allenfallsiger kleiner Fehler im Brechungscoefficienten der Linse, sowie der von der die physiologischen Grenzen nicht überschreitenden mangelhaften Centrirung des Auges herrührende Fehler von keinem erheblichen Belang für die Resultate sind, — und

3) dass mittelst der gegebenen Formeln die ganze Berechnung gemacht werden kann, ohne auf das s. g. schematische Auge zu recurriren.

Das Verfahren zur Berechnung derjenigen s. g. optischen Constanten, aus denen sich die s. g. Cardinalpunkte des Auges herleiten lassen, ist folgendes:

1) Man berechnet die Krümmung der Hornhaut aus den unmittelbaren Messungen mittelst des Ophthalmometers nach Helmholtz oder Knapp[1]).

2) Aus dem durch trigonometrische Messungen bestimm-

1) Die Krümmung der Hornhaut des menschl. Auges. Heidelberg 1860.

ten[1]) scheinbaren Orte des vorderen Linsenscheitels berechnet man den wahren Ort desselben mittelst der Formel

$$d = \frac{f_2 \varepsilon}{f_1 + \varepsilon},$$

wo d die wahre und ε die scheinbare Entfernung des vorderen Linsenpols vom Hornhautscheitel ist.

3) Nun berechnet man nach der Formel (14.) den Krümmungshalbmesser der vorderen Linsenfläche vermittelst des Verhältnisses $g = \frac{b^1}{b}$, wo b^1 und b die Grössen der leuchtenden Objecte sind, welche beziehungsweise von der Hornhaut und der vorderen Linsenfläche gespiegelt gleich grosse Bilder geben. (Bei Helmholtz und Knapp ist diese Grösse $g = \frac{q}{\frac{1}{2}r}$, mithin unter q das Product von g mit dem halben Krümmungshalbmesser der Hornhaut verstanden.)

4) Hierauf berechnet man nach Formel (20.) die wirkliche Dicke der Krystalllinse vermittelst des durch trigonometrische Messungen[2]) gefundenen scheinbaren Orts der hinteren Linsenfläche, und hieraus den wahren Ort genannter Fläche durch Gl. (21.).

5) Endlich berechnet man vermittelst der Formel (18.) oder des oben angeführten approximativen Verfahrens von Knapp, welches hier genügend genaue Resultate zu liefern scheint, den Krümmungshalbmesser der hinteren Linsenfläche mit Hilfe des Verhältnisses $g = \frac{b^1}{b}$, wo b^1 und b die Grössen der leuchtenden Objecte sind, welche beziehungsweise von der Hornhaut und

1) Helmholtz a. a. O. S. 31. Knapp, l. c. p. 13.

In Betreff des Orts des vorderen Linsenscheitels, welcher von Knapp dem Abstande des Pupillarrands von der Hornhaut, vermindert um 0,1 Mill., gleich gesetzt wurde, was wir natürlich auch bei unseren Rechnungen acceptiren mussten, möchten wir uns die Frage erlauben, ob nicht eine directe Bestimmung in ähnlicher Weise wie beim hinteren Linsenscheitel hinreichend genauen directen Aufschluss über die Lage desselben geben könnte.

2) Helmholtz l. c. p. 51, Knapp a. a. O. S. 17.

hinteren Linsenfläche gespiegelt gleich grosse Bilder geben. (Bei Helmholtz und Knapp ist wieder $q = \frac{1}{4} r g$, wo r der Krümmungshalbmesser der Hornhaut ist.)

VI. Folgerungen aus der Unveränderlichkeit des Volums der Linse.

Da die Linse ihr Volum bei der Accommodation nicht in merklichem Betrage ändern kann, so drängt sich uns die Frage auf: Kann das Linsenvolum bei den gefundenen Krümmungshalbmessern und Dicken unverändert bleiben? Wäre dies nicht der Fall, und würde sich die Linse mit den gefundenen Krümmungshalbmessern und unverändertem Volum bei der Accommodation für die Nähe weniger dick ergeben, als den gehörig berechneten Resultaten der Beobachtung entspricht, so wäre man gezwungen, anzunehmen, dass die Linse sich bei ihrer Vorschiebung und stärkeren Wölbung so in die gespannte Pupille eindrängte, dass der von dieser begrenzte Polar-Abschnitt sich noch mehr vorwölbte und dadurch einen grösseren Abstand vom hinteren Linsenpol bekäme, in welchem Falle alsdann die Krümmung des übrigen Theils der vorderen Linsenfläche im Allgemeinen bedeutend geringer werden oder vielleicht ganz unverändert bleiben würde.

Müsste die Linse aber bei gleichbleibendem Volum und den gefundenen Krümmungshalbmessern dicker werden, als der Beobachtung entspricht, so wäre man, um bei der beobachteten Dicke des Pupillartheils das gehörige Volumen der ganzen Linse heraus zu bekommen, genöthigt, die Seitentheile der Linse dicker und dabei flacher anzunehmen.

In beiden Fällen müsste mithin die Krümmung der Linsenvorderfläche in der Pupille stärker, als an den Seitentheilen angenommen werden.

In der nachfolgenden approximativen Berechnung werden wir die beiden Linsenflächen als Kugelabschnitte betrachten [1]).

---

1) Es ist uns zwar nicht unbekannt, dass der Linsenoberfläche die Form eines Rotations-Paraboloids, respective — Hyperboloids zu-

Wir glauben dies um so eher thun zu dürfen, als es uns hierbei nicht auf das wirkliche Volum, sondern blos auf die Relation zwischen den Krümmungshalbmessern und Dicken an den beiden Accommodationsgrenzen bei gleichbleibendem Volum ankommt. Die in Accommodationsruhe befindliche Linse hat jedenfalls eine symmetrische Gestalt und wird eine solche, wenn sie ihrer Elasticität überlassen bleibt, auch behalten. Ist nun diese Gestalt auch nicht derart, dass ihre beiden Flächen zwei sphärische Segmente sind, so wird doch die Abweichung von der Kugelform wesentlich nur die Randgegend betreffen, und wird der durch diese Abweichung bedingte Fehler in der Annahme des Volumens bei beiden extremen Accommodationszuständen annähernd derselbe sein. Kann also bei den nach genauen Beobachtungen und Messungen berechneten Krümmungshalbmessern und Dicken der Linse in beiden Accommodationszuständen das Volum bei der sphärischen Form nicht dasselbe bleiben, so wird es dies auch nicht bei derjenigen Form, welche die Linse wirklich besitzt, wenn sie nämlich ihrer Elasticität frei überlassen bleibt.

Setzt man (Fig. 4.) das der Kugelfläche dae vom Halbmesser r_I zugehörige Stück der Linsenaxe $ac = x$ und das der Kugelfläche dbe vom Halbmesser r_2 angehörige $cd = y$, so hat man die Gleichung

$$r_1^2 - (r_I - x)^2 = r_2^2 - (r_2 - y)^2,$$

oder durch Reduction

$$2r_I + x^2 = 2r_2 y - y^2. \quad (\odot)$$

Setzt man nun die Linsendicke = d und somit

$$d = x + y, \quad (☽)$$

so ergeben sich aus ($\odot$) u. (☽) die beiden Gleichungen:

$$x = \frac{d(2r_2 - d)}{2(r_I + r_2 - d)}, \quad y = \frac{d(2r_I - d)}{2(r_I + r_2 - d)}. \quad (23.)$$

Für das Volum v_1 und v_2 der beiden Kugelabschnitte dae

---

geschrieben wird. Aber wir glauben aus den im Texte angeführten Gründen, dass die Annahme der sphärischen Form für unsern Zweck hinreichend genau ist, während die vielleicht genauere zu allzu verwickelten und wohl unausführbaren Rechnungen führt.

und dbe hat man bekanntlich (wenn π das Peripherieverhältniss bedeutet):

$$v_1 = \pi x^2 (r_1 - \tfrac{1}{3} x), \quad v_2 = \pi y^2 (r_2 - \tfrac{1}{3} y) \quad (24.)$$

und mithin für das Volum des Körpers daeb

$$V = v_1 + v_2 . \quad (25.)$$

Substituirt man die Werthe aus (23.) in (24.) und dann diese in (25.) und ordnet nach den Potenzen von d, so erhält man die Gleichung:

$$\tfrac{2}{3} d^6 - 4(r_1 + r_2) d^5 + [6(r_1 + r_2)^2 + 8 r_1 r_2] d^4$$
$$- 8[\tfrac{1}{3}(r_1^3 + r_2^3) + 3 r_1 r_2 (r_1 + r_2) - V^1] d^3$$
$$+ 8(r_1 + r_2)[r_1 r_2 (r_1 + r_2) - 3 V^1] d^2 + 24 V^1 (r_1 + r_2)^2 d$$
$$- 8 V^1 (r_1 + r_2)^3 = 0,$$

oder kürzer:

$$\tfrac{2}{3} d^6 - 4 S d^5 + (6 S^2 + 8 P) d^4 - 8(\tfrac{1}{3} T + 3 P S - V^1) d^3$$
$$+ 8 S (P S - 3 V^1) d^2 + 24 V^1 S^2 d - 8 V^1 S^3 = 0, \quad (26.)$$

worin

$$V^1 = \frac{V}{\pi}, \quad S = r_1 + r_2, \quad P = r_1 r_2, \quad T = r_1^3 + r_2^3$$

bedeutet [1]).

Nimmt man zunächst das Auge des Joh. Sommer mit den von Knapp berechneten Werthen, so ist hier für das Fernsehen

$$r_1 = 8{,}2972, \quad r_2 = 5{,}3546, \quad d = 3{,}9203.$$

Damit findet man vermöge Formel (23.)

$$x = 1{,}36744, \quad y = 2{,}55286$$

und vermittelst (24.) (u. 25.)

$$v_1\ 46{,}064, \quad v_2 = 92{,}209, \quad V = 138{,}273.$$

Für das Nahesehen hat man, da das Volum der Linse unverändert bleibt:

$$r_1 = 5{,}9213, \quad r_2 = 4{,}6585, \quad V = 138{,}273.$$

Mittelst dieser Werthe wird die Gl. (26.):

$$\tfrac{2}{3} d^6 - 42{,}3192 d^5 + 892{,}268 d^4 - 7475{,}20 d^3 + 13524{,}8 d^2$$
$$+ 118237 d - 416975 = 0. \quad (a.)$$

1) Von der Richtigkeit dieser Formel überzeugt man sich, wenn man r_1 und r_2 successive $= \infty$ setzt; für r_2 ergiebt sie z. B.

$$\tfrac{1}{3} d^3 - r_1 d^2 + V^1 = 0, \text{ oder } V^1 = d^2 (r_1 - \tfrac{1}{3} d),$$

wie es der Fall sein muss. Vgl. Formel (24.).

Diese Gleichung wird erfüllt durch $d = 4{,}465$. Dies ist also der Werth der Dicke der aus zwei Kugelflächen bestehenden Linse, wenn die Krümmungshalbmesser derselben beim Nahesehen die aus den Beobachtungen abgeleiteten Werthe erhalten, ohne dass der Linsenkörper dabei sein Volum ändert.

Macht man wegen der vielfachen Wurzeln der Gleichung (a.) die Probe mittelst der Gl. 23, 24, 25, so überzeugt man sich leicht von der Richtigkeit des gefundenen Werthes von d.

Für das Auge des Ferd. Schmidt hat man für's Fernsehen

$$r_1 = 7{,}8600,\ r_2 = 6{,}9012,\ d = 3{,}7760.$$

und erhält

$$x = 1{,}72321,\ y = 2{,}05279,\ v_1 = 67{,}9662,\ v_2 = 82{,}3027,\ V = 150{,}2689.$$

Für's Nahesehen ist

$$r_1 = 4{,}8076,\ r_2 = 5{,}6098,\ V = 150{,}2689$$

und die Formel (26.) wird hier:

$$\tfrac{2}{3}\, d^6 - 41{,}6696\, d^5 + 866{,}891\, d^4 - 7127{,}328\, d^3 + 11429{,}3\, d^2 + 124580\, d + 432601 = 0.$$

Vermöge derselben erhält man $d = 4{,}698$.

Für das Auge des Herm. Schiller endlich hat man für's Fernsehen:

$$r_1 = 9{,}0641,\ r_2 = 6{,}4988,\ d = 3{,}6225$$

und erhält

$$x = 1{,}42212,\ y = 2{,}20038,\ v_1 = 54{,}5782,\ v_2 = 87{,}9642,\ V = 142{,}5424.$$

Für's Nahesehen ist

$$r_1 = 5{,}0296,\ r_2 = 5{,}0855,\ V = 142{,}5424$$

und die Formel (26.) wird

$$\tfrac{2}{3}\, d^6 - 40{,}4604\, d^5 + 818{,}5158\, d^4 - 6536{,}231\, d^3 + 9921{,}38\, d^2 + 111415{,}5\, d - 375660 = 0$$

und diese giebt $d = 4{,}598$.

Die Differenzen der so gefundenen Dicken von den oben mittelst der exacten Formel (und den Knapp'schen Werthen) berechneten betragen mithin beziehungsweise:

0,0347, 0,3918, 0,4206 (☿).

Um nun zunächst nochmals den im Eingang dieses Kapitels berührten Fehler dieser Berechnungsart zu beleuchten, sei (Fig. 5.) amdn der Durchschnitt der sphärischen Linse beim Fernsehen und $b\mu e\nu$ derselbe beim Nahesehen, $\alpha m\delta n$ der Durchschnitt der wirklichen Linse beim Fernsehen und $\beta\mu\varepsilon\nu$ derselbe beim Nahesehen (wenn die Linse ihrer Elasticität frei überlassen bleibt), so wird die Fläche $a\gamma\alpha\gamma_1$ und $b\gamma\beta\gamma^1$ wenig verschieden sein, und wird folglich auch der cubische Inhalt der durch Umdrehung um die Axe AB entstandenen Ringe so wenig differiren, dass sie bei der oben angewandten Berechnungsart von $\mu\nu$ keinen merklichen Einfluss haben.

Betrachten wir nun die Differenzen (♀), so kann die erste 0,0347 (beim normalsichtigen Auge des fünfzehnjährigen Joh. Sommer) als genügend in den berührten Randverhältnissen begründet angesehen werden. Bei der zweiten 0,3918 (des normalsichtigen 25jährigen Ferd. Schmidt) und noch mehr der dritten 0,4206 (des kurzsichtigen 23jährigen Herm. Schiller) ist dies jedoch nicht der Fall, indem diese nahe an den Werth von Δd_1 reichen (s. d. Tabelle C), d. h. nicht viel kleiner sind, als die beobachteten Zunahmen der Linsendicken bei der Accommodation für die Nähe selbst.

Statt des für das Fernsehen des Ferd. Schmidt berechneten Volums 150,2689 erhalten wir mit den beim Nahesehen durch Beobachtung erhaltenen Krümmungshalbmessern (nach Knapp) und der nach den trigonometrischen Messungen mittelst unserer Formel berechneten Dicke (= 4,3062) den Werth V = 131,0142.

Für das Auge des Herm. Schiller, wofür wir beim Fernsehen berechnet haben V = 142,5424, erhalten wir mit den (Knapp'schen) Krümmungshalbmessern für's Nahesehen und der nach unserer Formel berechneten Dicke (= 4,1774) nur V = 119,543.

Die Differenzen dieser Volumina, welche beziehungsweise 19,25 und 22,999 Kubikmillimeter, mithin respective circa $^1/_8$ und $^1/_6$ des Ganzen betragen, lassen sich nicht durch eine geringe Abweichung von der sphärischen Gestalt in der Nähe des

Rands der allein ihrer Elasticität folgenden Linse erklären.

Da die Krümmungen der Flächen, namentlich der vorderen, und die Dicke der Linse genau durch Messung und Rechnung bestimmt sind, so lässt sich vielmehr die obige Differenz nur dadurch erklären, dass die Seitentheile der Linse bei der Accommodation für die Nähe verhältnissmässig dicker sind und eine flachere Wölbung haben, als der in der Pupille befindliche Polartheil. Der Grund dieser Erscheinung scheint uns nahe zu liegen, und auch die Erscheinung selbst bei den übrigen bei der Accommodation für die Nähe obwaltenden Verhältnissen, dem Vorrücken des Linsenkörpers, der stärkeren Wölbung der vorderen Linsenfläche in Folge ihrer Elasticität, dem Zurückgezogenwerden des Ciliartheils der Iris und der Contraction ihrer Sphincteren, viel Wahrscheinlichkeit a priori für sich zu haben. Wie hierdurch der Mechanismus der Accommodation erleichtert wird, und wie sich dabei die Linsenverhältnisse gestalten, wird sich uns die nachfolgende approximative Rechnung näher ergeben.

Es sei (Fig. 6.)[1]) bmn^1ge die Gestalt der vorderen Linsenoberfläche bei der Accommodation für die Nähe, mg der Durchmesser der Pupille, so ist der Halbmesser der Krümmung mn^1g bekannt, nämlich gleich dem durch die Beobachtung gegebenen Werthe von r_1 für's Nahesehen, ebenso md gleich dem zu messenden halben Pupillendurchmesser beim Nahesehen. Hiermit lassen sich die Grössen dn^1 und das Volum $mdgn^1$ berechnen.

Nimmt man nun an, dass das Volum v_2 des hintern Kugelabschnitts der Linse bei der Accommodation für die Nähe dasselbe bleibt, wie bei der Accommodation für die Ferne (und mithin auch das Volum v_1 des vordern Kugelabschnitts, indem v^1 und v_2 zusammen die sphärische Linse constituiren), so kann man mittelst der Formel (24.) den Werth von y_2 (d. i. die Erhebung des hinteren Linsenpols über den Aequator, welche etwas grösser als vorher werden wird) aus v_2 und r_2 bestimmen.

1) In dieser Figur ist das stärkere Vorwölben des Pupillartheils der Linse der Deutlichkeit wegen sehr übertrieben dargestellt.

Entwickelt man nämlich y, so erhält man die Gleichung:

$$y^3 - 3\,r_2\,y^2 + 3\,\varphi = 0\,, \quad (27.)$$

worin

$$\varphi = \frac{v_2}{\pi}\,.$$

Zieht man nun den für y gefundenen Werth von der nach den Beobachtungen berechneten Dicke d der Linse beim Nahesehen ab, so ist (Fig. 4.)

$$an^1 = \delta = d - y\,, \quad (28.)$$

d. i. gleich der Höhe des vorderen Linsenpols über dem Aequator.

Den Halbmesserer der Krümmung bmnge bestimmt man nun folgendermassen:

Es sei

$$dm = p\,, \quad dn^1 = q\,, \quad \text{Vol. } mdgn^1 = v, \quad dn = t\,,$$

so hat man zunächst die Gleichungen:

$$q = r_1 - \sqrt{r_1^2 - p^2}\,, \quad v = \pi\,q^2\,(r_1 - {}^1/_3\,q)\,, \quad (29.)$$

sodann noch die beiden:

$$t = r - \sqrt{r^2 - p^2}\,, \quad (30.)$$

$$\text{Vol. } bmn^1ge = \text{Vol. } baen + \text{Vol. } mdgn^1 - \text{Vol. } mdgn. \quad (31.)$$

Da nun

$$\text{Vol. } mdgn = \pi\,t^2\,(r - {}^1/_3\,t)\,, \quad \text{Vol. } mdgn^1 = v$$
$$\text{Vol. } baen = \pi\,(\delta - q + t)^2\,[r - {}^1/_3\,(\delta - q + t)]$$

(weil $a\,n = \delta - q + t$), so ergiebt sich die Gleichung:

$$v_1 = \pi\,[(\delta - q)^2 + 2\,(\delta - q)\,t]\,[r - {}^1/_3\,t - {}^1/_3\,(\delta - q)]$$
$$- {}^1/_3\,\pi\,t^2\,(\delta - q) + v\,, \quad (32.)$$

wo

$$v_1 = \text{Vol. } bmn^1ge$$

gesetzt ist.

Nimmt man nun noch

$$\delta - q = a, \quad \frac{v_1 - v}{a\,\pi} = \Phi \quad (33.)$$

und ordnet nach t, so erhält man statt der Gleichungen (30.) und (31.) die beiden:

$$t^2 - 2\,r\,t + p^2 = 0$$
$$t^2 - (2\,r - a)\,t - a\,(r - {}^1/_3\,a) + \Phi = 0.$$

Durch Elimination von t aus diesen beiden Gleichungen ergiebt sich:

$$[a\,(r + {}^1/_3\,a) + \Phi - p^2]\,[a\,(r - {}^1/_3\,a) - (\Phi - p^2)] - a^2 p^2 = 0.$$

Hiermit findet man die gesuchte Gleichung:

$$r^2 = {}^1/_9\,a^2 + {}^1/_3\,p^2 + {}^2/_3\,\Phi + \frac{1}{a^2}(\Phi - p^2)^2. \quad (34.)$$

Wenn man also mittelst der Gl. (27.) den Werth von y, mittelst der Gl. (28.) den Werth von δ und mittelst der Gl. (29.) den Werth von q und ν gefunden hat, so kann man mittelst der Gl. (34.) den Halbmesser r der Krümmung bmrge berechnen, wodurch die Gestalt der vorderen Linsenfläche (bis auf die Randgegend) bestimmt ist.

Für das Auge des Ferd. Schmidt hat man

$r_1 = 4{,}8076$, $r_2 = 5{,}6098$, $d = 4{,}306$, $v_1 = 67{,}9662$, $v_2 = 82{,}3027$, mithin $\varphi = 26{,}198$.

Mit diesen Werthen wird die Gl. (27.)

$$y^3 - 16{,}8294\,y^2 + 78{,}594 = 0$$

und man erhält daraus

$$y = 2{,}328.$$

Ferner findet man vermöge Gl. (28.) $\delta = 1{,}978$. Nimmt man nun den Halbmesser der Pupille bei der Accommodation für die Nähe (welcher leider in der a. Abh. nicht gegeben ist) $p = 1{,}9$, so erhält man

vermöge Gl. (29.) $q = 0{,}3916$, $\nu = 2{,}2429$,
vermöge Gl. (33.) $a = 1{,}5864$, $\Phi = 13{,}188$.

Mittelst dieser Werthe nun ergiebt die Gl. (34)

$$r = 6{,}8360$$

und hiermit die Gl. (30.)

$$t = 0{,}2693;$$

folglich ist die Erhöhung nn^1 des Pupillartheils der Linse über die Krümmung der Seitentheile

$$= q - t = 0{,}1223.$$

Für das Auge des Herm. Schiller sind

$r_1 = 5{,}0296$, $r_2 = 5{,}0855$, $v_1 = 54{,}578$, $v_2 = 87{,}9642$,
$d = 4{,}1474$, mithin $\varphi = 27{,}9998$

und die Gl. (27.) wird

$$y^3 - 15,2565\, y^2 + 83,994 = 0,$$

woraus man findet $y = 2,574$.

Ferner erhält man

$$q = 0,3735,\quad \nu = 2,1492,\quad a = 12,2295,\quad \Phi = 13,5735,$$

womit die Gl. (34.) ergiebt $r = 8,7228$ und die Gl. (30.) $t = 0,2094$. Hieraus folgt für die Erhöhung nn^1 des Pupillartheils der Linse über die Krümmung ihrer Seitentheile $q - t = 0,1641$.

Man ersieht daraus, dass die Vorderfläche der beiden zuletzt betrachteten Linsen zu beiden Seiten der Pupille ihren Krümmungshalbmesser, welcher für die Ferne beziehungsweise $= 7,8600$ und $9,0641$ war, nur wenig ändert.

Für das Auge des Joh. Sommer, bei welchem die Differenz der aus der trigonometrischen Messung und der aus dem Volum berechneten Linsendicke beim Nahesehen nur 0,0347 beträgt, hat man

$$r_1 = 5,9213,\quad r_2 = 4,6585,\quad v_1 = 46,064,\quad v_2 = 92,209,$$
$$d = 4,4303 \text{ und hiermit } \varphi = 29,3520,$$

sodann die Gleichung

$$y^3 - 13,9755\, y^2 + 88,056 = 0,$$

welche ergiebt: $y = 2,808$.

Damit findet man successive:

$$q = 0,3131,\quad \nu = 1,7915,\quad a = 1,3092,\quad \Phi = 10,838,\quad r = 6,2534,$$
$$t = 0,2657,\quad nn^1 = 0,0474.$$

Hier ist der Unterschied in der Wölbung der Seitentheile der Linse bei der Accommodation für die Nähe verglichen mit der beim Fernsehen (wofür $r = 8,2972$ war) beträchtlicher, dagegen die Erhöhung nn^1 des Pupillartheils über die Krümmung der Seitentheile sehr unbedeutend.

Am Schlusse dieses für unsere Theorie wichtigen Kapitels müssen wir noch bemerken, dass bei der hier angewandten Art der Berechnung die Sehne be des hinteren Abschnitts nicht genau mit der des vorderen Abschnitts übereinstimmt, dass aber eine leichte Aenderung der Form des Randes hinreicht, diese Uebereinstimmung zu bewirken.

VII. Die statischen Verhältnisse des Auges beim Nahesehen im Vergleich zu denen beim Fernsehen. Der Gesammtact der Accommodation.

Indem sich der Ciliarmuskel verkürzt, wird die Spannung der Zonula vermindert, dagegen die der Chorioidea vermehrt und durch die dadurch erfolgende augenblickliche Vergrösserung des Drucks in dem Glaskörperraume die sich am Rande contrahirende und in der Mitte verdickende Linse um die Grösse $\varDelta\psi_1$, ungefähr $= 0{,}1^{mm}$ nach vorn geschoben. Der Raum der vorderen Augenkammer wird dadurch um $F\varDelta\psi_1$, wenn F den Flächenraum des Linsenäquators bedeutet, vermindert, der Scleralraum um so viel vermehrt. Das statische Gleichgewicht zwischen den in diesen beiden Räumen befindlichen Flüssigkeiten wird sofort durch das Zurückweichen des peripherischen Randes der Iris wieder hergestellt.

Da nun die Ciliarfortsätze von hinten durch den Glaskörper vermittelst der stärker angespannten Chorioidea, von vorn durch die zurückgedrängte und zurückgezogene Iris und von der Seite durch den verdickten Ciliarmuskel comprimirt werden, so wird von dem in ihnen enthaltenen Blute so viel nach hinten abfliessen, als zur Herstellung des statischen Gleichgewichts erforderlich ist, d. i. so viel, bis der Druck auf die Gefässwandungen der Ciliarfortsätze nicht mehr stärker ist, als der auf die Gefässwandungen der hinteren Theile der Chorioidea. Die in dem hinteren Abschnitte dieser Membran befindlichen venösen Gefässe werden dies zurückgedrängte Blut rasch aufnehmen, weil der intraoculare Druck, unter dem sie stehen, in den ersten Momenten der Anspannung des M. ciliaris um so viel vermindert ist, als der auf die Gefässe der Ciliarfortsätze einwirkende vermehrt ist; d. h. so viel, als die von dem Ciliarmuskel aufgewandte Kraft beträgt.

Um die im Scleralraume statthabenden Veränderungen noch durch eine approximative Rechnung zu veranschaulichen, wollen wir die Scleralhöhle als eine vorn im Niveau des Linsenäquators abgeschnittene Kugel mon (Fig. 7.) ansehen, deren

Durchmesser $2r = 22{,}5^{mm}$ ist, während die Höhe $de = h$ des fehlenden Kugelabschnitts 5^{mm} beträgt. Alsdann findet man W.

$$mcn = \varphi = 2 \text{ arc. cos. } \frac{r-h}{r} = 112^\circ\, 30'$$

und hiermit $mn = 18{,}7^{mm}$.

Als cubischen Inhalt des Scleralraums ergiebt sich

$$J = \tfrac{1}{3}\pi\,(4\,r^3 - 3\,h^2\,r + h^3) = 5211{,}3 \text{ Kubik-Millim.}$$

Nehmen wir nun den Halbmesser des Aequators der contrahirten Linse $= 4{,}2^{mm}$, so wird der Flächeninhalt des Linsenäquators $F = 55{,}4$; nehmen wir dabei den bei Ferd. Schmidt gefundenen Werth $\Delta v_1 = 0{,}1228$ für dieses Auge an, so beträgt die Vergrösserung des Scleralraums 6,8 Kubik-Mill., d. i. nahe $= {}^1/_{766}$.

Bedeutet nun r_1 den transversalen Halbmesser des Chorioidealsacks, welcher durch den Rückfluss des Blutes aus den Gefässen der Ciliarfortsätze verkleinert ist, so wird dessen Inhalt (bis zur Grenzlinie mn gerechnet)

$$J^1 = \tfrac{1}{3}\pi\,(4\,r_1{}^3 - 3\,h^2\,r_1 + h^3) \quad (35.)$$

und man hat die Gleichung

$$J - J^1 = 6{,}8\text{*}), \text{ oder } J^1 = 5204{,}5 \text{ Kub.-Mill.}$$

Aus Gl. (35.) erhält man damit den Werth $r_1 = 11{,}2452^{mm}$. Mithin ist die Chorioidealwand nach innen gerückt um $r - r^1 = 0{,}0048^{mm}$.

Hierdurch würde die Chorioidea, wenn sie vollkommen straff wäre, um

$$(2\pi - \varphi)\,(r - r^1) = 0{,}0207^{mm}$$

von dem Ciliarmuskel nach vorn gezogen werden. Da sie jedoch ziemlich dehnbar ist, so wird der Ansatzpunkt des Ciliarmuskels beträchtlich mehr nach vorn rücken, bis die Chorioidea die dem Drucke entsprechende Spannung erlangt.

Der Gesammtact der Accommodation verhält sich also nach dem Vorhergehenden folgendermassen.

Bei der Accommodation für die Nähe contrahirt und verdickt sich der Ciliarmuskel, welcher von allen neueren Auto-

*) Dieses Volum des nach hinten gedrängten Blutes ist zwar sehr klein, enthält jedoch über 30 Millionen Blutkügelchen.

ritäten als der Hauptfactor der Accommodation angesehen wird. Hierdurch wird einerseits die Zonula erschlafft und die Linse durch die Wirkung ihrer Elasticität stärker gewölbt, andererseits wird, durch die vermehrte Anspannung der Chorioidea, mittelst des von dieser, der Linse und der Zonula allseitig von beweglichen Wänden umschlossenen Glaskörpers die Linse nach vorn gegen die Iris gedrängt. Die Sphincteren der Iris contrahiren sich, und ihr äusserer Rand wird durch die Wirkung des mit ihr in Verbindung stehenden Ciliarmuskels nach hinten gezogen. Hierdurch in eine genügende Spannung versetzt, leistet sie der vorgedrängten Linse Widerstand, so dass letztere nur um ungefähr $^1/_{10}$ Millimeter vorrücken, aber mit ihrem Polarabschnitte etwas tiefer in die vordere Augenkammer hineinrücken kann. Der hierdurch verlorene Raum der vorderen Augenkammer wird derselben durch das Zurückgezogen- und Gedrängtwerden der Iris wieder zurückgegeben. Die von hinten, von vorn und von der Seite gedrückten Ciliarfortsätze entleeren einen Theil ihres Blutes nach hinten in die Vasa vorticosa, um so den leer gewordenen Raum zwischen Sclerotica und Chorioidea wieder auszufüllen[1]).

Zwei Punkte sind es, welche bei diesem Mechanismus besondere Aufmerksamkeit verdienen möchten, unerachtet sie sich durch ihre Kleinheit auszeichnen, nämlich das nur ungefähr $^1/_{10}$ Millimeter betragende Vorrücken des ganzen Linsenkörpers und die nur ein wenig mehr betragende Vorwölbung des Pupillartheils der vorderen Linsenfläche über die Wölbung der Seitentheile derselben. Letztere, so unbedeutend sie auch erscheint, bewirkt, dass die seitlichen Theile der Linse, sowie ihre Hinterfläche, ihre Krümmung nur wenig zu verändern brauchen, und dass in Folge davon die Elasticität der Linse

---

1) Hiernach ist eine negative Accommodation, d. h. die Fähigkeit des Auges, sich für fernere Objecte, als wofür es im Ruhezustande seines optischen Apparats eingestellt ist, einzurichten, nicht wohl erklärlich. In unserem Aufsatze über Anisometropie haben wir den Ausdruck „negative Accommodation“ im weiteren Sinne gebraucht, so dass darunter auch das Sehen mit kleinen Zerstreuungskreisen verstanden werden kann, an welche das Auge gewohnt ist.

und ihrer Kapsel nicht allzu sehr in Anspruch genommen zu werden braucht. Wenn die Linse blos durch ihre eigene Elasticität eine so grosse Formveränderung hervorbringen sollte, von 8 auf 5 Millimeter Krümmungsradius ihrer Vorderfläche bei nur wenig veränderter Hinterfläche, so müsste offenbar im Zustande der Accommodationsruhe das Strahlenplättchen und durch dasselbe die Augenwand in der Gegend der Ora serrata einen permanenten starken Zug erleiden, der vielleicht trotz des intraocularen Gegendruckes mit der Zeit ein Nachgeben derselben oder eine Erschlaffung der Zonula bewirkte, so dass erworbene Myopie wohl viel häufiger, und nicht gerade bei denen, welche ihre Augen viel für die Nähe gebrauchen, vorkommen würde. Es möchte denn auch wohl die Accommodation für die Nähe dem Auge ein Gefühl von Erleichterung gewähren. Wir wollen dies jedoch dahin gestellt sein lassen und nur noch schliesslich bemerken, dass wir zu unseren Schlüssen, ohne irgend eine vorgefasste Meinung, lediglich durch die vorstehenden auf die zuverlässigen Beobachtungen Helmholtz's und Knapp's gegründeten theoretischen Untersuchungen gelangt sind.

Nach Vorstehendem spielt die Iris bei der Accommodation eine wichtige Rolle (welche bei dem Auge des Ferd. Schmidt und Herm. Schiller die der Elasticität der Linse weit übertrifft). Das von den ersten ophthalmologischen Autoritäten bestätigte Factum der normal erhaltenen Accommodationsbreite nach vollständigem Verluste der Iris scheint uns damit nicht in unerklärlichem Widerspruche zu stehen. Unsere Ansicht über diesen singulären Fall ist folgende:

Analog wie nach chirurgischen Operationen vermehren und erweitern sich nach dem Verluste der Iris die benachbarten Blutgefässe der Ciliarfortsätze, und indem diese Gefässe bei der Accommodation für die Nähe ihr Blut nach hinten abgeben, wird mithin mehr Raum gewonnen und kann die Linse weiter nach vorn rücken, wie im normalen Zustande. Wir haben oben (in II.) gefunden, dass ein Vorrücken der Linse um 1,33^{mm} genügt, um von ∞ auf 150^{mm} zu accommodiren. Nehmen wir den Linsendurchmesser von einem Rande zum

andern = 10^{mm}, so ist der für dieses Vorrücken erforderliche Raum = 104,4 Kubik-Millimeter. Nun gehen 65 Kubik-Millimeter auf einen Gran oder Tropfen Wassers[1]), mithin ist ein Plus von 2 Tropfen Bluts mehr als hinreichend, um die Accommodationsbreite von $\frac{1}{5^1/_3}$ zu erklären[2]).

Wir erinnern hierbei noch daran, dass die mechanischen Bedingungen zur prompten Entleerung der Blutgefässe der Ciliarfortsätze und zur Aufnahme des Blutes in den hinteren Theilen der Chorioidea bei der Accommodation für die Nähe durch Zunahme des Drucks in den blutabgebenden und Verminderung des Drucks in den blutaufnehmenden Gefässen vollständig gegeben sind. In anatomischer Hinsicht ist dieser Vorgang durch die sehr lockere Verbindung der Chorioidea mit der Sclerotica und durch die Structur der ersteren, deren Stroma aus elastischem Gewebe besteht, begünstigt.

Genaue Messungen solcher Augen, welche bei fehlender Iris ihre normale Accommodationsbreite erhalten haben, müssen wohl als Prüfstein der soeben ausgesprochenen Ansicht dienen. Ist dieselbe richtig, so muss bei der Nähe-Accommodation die Krümmung der vorderen Linsenfläche ziemlich unverändert bleiben, dagegen der Abstand des vorderen Linsen- und Hornhautpols sich um beiläufig 1 Millimeter kleiner, als bei der Accommodation für die Ferne ergeben, während bei der Nähe-Accommodation normaler Augen diese Annäherung nur gegen $^1/_{10}$ Millimeter beträgt. Träfe dies nicht zu und erwiese sich vielmehr die Krümmung der vorderen Linsenfläche bedeutend kleiner bei der Accommodation für die Nähe, als bei der für die Ferne, so könnte man nur noch, wenn unsere Theorie Geltung behalten sollte, annehmen, dass in Folge des Verlustes der Iris solche Veränderungen um den Rand der Linse herum gesetzt worden seien, welche einen unmittelbaren Druck des Ciliarmuskels auf denselben ermöglichten.

---

1) Ein Darmstädter Kubikzoll Wasser wiegt genau 1 Loth, oder $25^3 = 15625$ Kubik-Millimeter wiegen 240 Gran.

2) Es ist dies allerdings fünfzehn Mal so viel, als bei der normalen Accommodation.

Als ich die vorliegende Arbeit beendet hatte, kam mir durch die Güte des Herrn Dr. Adolph Weber zu Darmstadt, mit welchem ich einige der erhaltenen Resultate besprach, die Nummer 46. des Centralblatts für die medicinischen Wissenschaften (1866) in die Hand, in welcher C. Völker's und V. Hensen's „Studien über die Accommodation" enthalten sind. In dieser höchst interessanten „vorläufigen Mittheilung" sind noch keine numerischen Angaben über die betreffenden Verhältnisse enthalten, ausgenommen über die Verschiebung der Gefässhaut „nach dem Ciliarmuskel hin." Diese beträgt hiernach $0{,}4^{mm}$ — $0{,}5^{mm}$. Unsere approximative statische Berechnung konnte hierüber nur so viel ergeben, dass schon eine mikroskopische Verschiebung (um $0{,}0207^{mm}$) hinreichend sein würde, um das Vorrücken der Linse um $^1/_{10}$ Millimeter zu bewirken, wenn die Chorioidea von unnachgiebiger Structur wäre. Da dies aber keineswegs der Fall ist und genannte Haut eine nicht unbeträchtliche Spannung erleiden muss, so erscheint obige Grösse auch für das menschliche Auge durchaus nicht zu hoch.

Eine Vorschiebung der ganzen Linse wurde, wie es scheint, nicht beobachtet [1]), dies ist aber auch bei blosser Betrachtung der Linsenoberflächen nicht wohl möglich. Sollte es nicht vielleicht gelingen, durch Einstechen einer langen Nadel in den Linsenrand den directen Beweis zu liefern? . . .

Der skeptische Geist des Naturforschers erlangt erst die volle Befriedigung, wenn sich Theorie und Beobachtung controlirt und — bestätigt haben.

---

1) Für uns zwar ist die stärkere Vorwölbung der tellerförmigen Grube beim Schluss der Kette und Abflachung beim Oeffnen (ein Versuch, welcher sich nach den Herren Verfassern sehr hübsch macht und für Demonstrationen geeignet ist) in Verbindung mit dem Zurückziehen des Ciliarrands der Iris mittelst des Ligam. pectinatum ein genügend klarer Beweis für die freilich an und für sich sehr geringfügige Vorschiebung der Linse.

Nach Einsendung der vorliegenden Abhandlung wurde mir die höchst interessante Schrift des Hrn. Prof. Coccius

„Der Mechanismus der Accommodation des menschl. Auges. Leipzig 1868."

vom Buchhändler zugesandt.

Der Herr Verf. vindicirt darin der Elasticität der Linse ebenfalls eine wesentliche Mitwirkung bei dem Acte der Accommodation, nimmt jedoch, auf seine Beobachtungen an iridektomirten Augen gestützt, eine directe Mitwirkung des Ciliarmuskels in der Weise an, dass durch den auf die hintere Wand des Petit'schen Kanals gerichteten Druck des Glaskörpers und den seitlichen Druck des genannten Muskels vermittelst der anschwellenden und nach innen rückenden Ciliarfortsätze eine Resultante erzeugt würde, welche den Linsenäquator berührte (S. 43 o.). Die Anschwellung der Ciliarfortsätze erklärt er dadurch, dass sie durch den Ciliarmuskel an den Glaskörper angepresst würden und die Venen diesem Druck mehr unterlägen wie die Arterien.

Weit davon entfernt, mir eine Kritik dieser Theorie anzumassen, will ich mir nur gestatten, darauf hinzuweisen, dass nach L. Fick die Ciliarfortsätze unter dem Einflusse des elektrischen Stroms sich zusammenziehen und ihr Blut entleeren [1]), und sodann, dass ein Druck auf den Linsenrand durch die erwähnte Resultante unter Vermittlung des Humor aqueus zufolge des oben S. 352 bewiesenen Lehrsatzes nicht möglich erscheint, während allerdings ein auf den Petit'schen Kanal ausgeübter Druck der Ciliarfortsätze dieselbe Wirkung wie ein auf den Linsenrand unmittelbar stattfindender haben würde.

1) Helmholtz, physiol. Optik, S. 116.

Zur Theorie des Fechner'schen Gesetzes der Empfindung.

Von

Dr. J. Bernstein
in Heidelberg.

Das Fechner'sche Gesetz sagt bekanntlich aus, dass wir die Stärke einer Empfindung nicht dem einwirkenden Reize direct, sondern dem natürlichen Logarithmus desselben proportional setzen[1]). Dies folgt aus den von E. H. Weber angestellten Versuchen, nach welchen ein jeder Reiz um einen constanten Bruchtheil gesteigert werden muss, wenn ein Unterschied der Empfindung bemerkbar werden soll. Wenn ein Reiz a um die Grösse b vermehrt werden muss, damit wir die Reize a und a + b von einander durch die Empfindung unterscheiden, so muss ein Reiz 2a zu demselben Ende die Vermehrung 2b erfahren.

Der Vorgang in den Centralorganen unseres Nervensystems, in welchem das Urtheil über die Stärke einer Empfindung zu Stande kommt, steht demnach in einem zwar nicht ganz einfachen, aber doch durch ein Gesetz ausdrückbaren Zusammenhange mit dem an der Peripherie des Körpers stattfindendem Vorgange der Reizung. Man muss sich daher die Frage vor-

---

1) Elemente der Psychophysik.

legen, ob unter den nach unseren jetzigen Kenntnissen wahrscheinlichsten Voraussetzungen ein Mechanismus denkbar ist, der dem Gesetze der Empfindung genügt.

Durch folgende Betrachtung werden wir zu einer solchen Vorstellung geführt werden.

Eine Anzahl von Reflexerscheinungen macht es nämlich sehr wahrscheinlich, dass die Erregung beim Durchgang durch die Centraltheile des Nervensystems einen gewissen Widerstand zu überwinden hat.

Erstens bemerkt man, dass Reflexzuckungen, die durch Reizung sensibler Nerven entstehen, niemals so stark ausfallen als die bei der directen Reizung motorischer Nerven eintretenden Zuckungen. Es muss demnach hier ein Widerstand vorhanden sein, welcher die Erregung auf ihrem Fortgange schwächt.

Sehr gut stimmt mit dieser Annahme die Wirkung der Setschenow'schen Hemmungscentra. Die Erregung dieser Centren verstärkt nämlich den Widerstand in denjenigen Centren, in welchen der Reflex vor sich geht, so dass letzterer dadurch geschwächt und auch vollständig vernichtet werden kann.

Umgekehrt ist die Wirkung gewisser Gifte wie Strychnin. Diese vermindern den Widerstand in den Reflexcentren, so dass schon die kleinsten Reize heftige Zuckungen auslösen.

Zweitens wissen wir, dass die Geschwindigkeit des Erregungsvorganges in den Centren eine geringere ist, als in den peripherischen Nerven. Denn bei reflectorischen Vorgängen nimmt der Aufenthalt der Erregung in den Centren den grössten Theil der Zeit in Anspruch, den der ganze Process einnimmt.

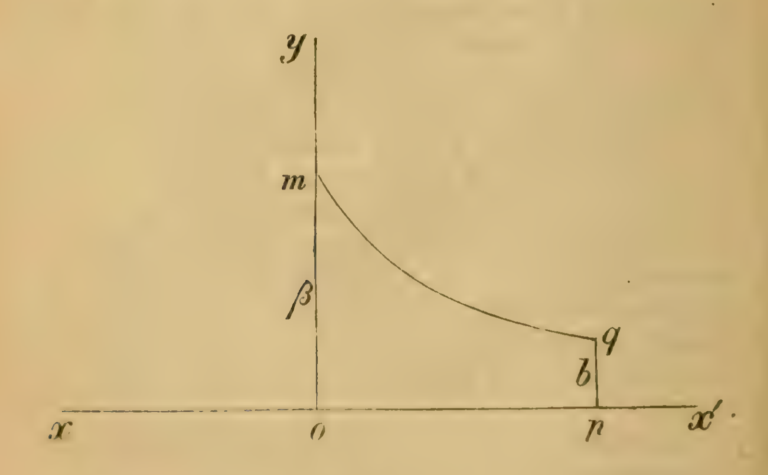
Auch diese Erscheinung stimmt sehr gut mit der Annahme eines Widerstandes in den Centren.

Endlich spricht auch die von Fechner gefundene Thatsache der „Schwelle" für die gemachte Annahme. Bekanntlich ist die Schwelle derjenige Reiz, welcher eben noch im Stande ist, eine Empfindung zu erzeugen. Kleinere Reize sind ganz unwirksam, weil sie durch einen Widerstand sofort vernichtet werden.

Es wird nun gestattet sein, über die Art dieses Widerstandes einige Voraussetzungen zu machen, welche am einfachsten erscheinen.

In der Mechanik versteht man im Allgemeinen unter Widerstand diejenige Ursache, welche einen Verlust an Geschwindigkeit eines in Bewegung begriffenen Körpers bewirkt. In unserm Falle müssen wir eine andere Definition von Widerstand geben, weil wir es nicht mit einem sich fortbewegenden Körper, sondern mit einem vorschreitenden Process zu thun haben.

Ein Beispiel, welches unserm Falle näher liegt, wäre die Fortpflänzung einer Schallwelle, welche durch die Reibung der Lufttheilchen einen Widerstand erfährt. Dieser bewirkt einen Verlust an lebendiger Kraft und lässt sich daher ausdrücken durch die Abnahme der Intensität, welche die Schallwelle erleidet.



Nehmen wir also an, der Widerstand, den die Centren dem Erregungsvorgang entgegensetzen, erzeuge eine Abnahme der Intensität, so wird er in einem Verhältniss stehen zu dem Verlust, den die Erregung in jedem Punkte ihrer Bahn erleidet. Am einfachsten wäre daher der Fall, dass dieser Widerstand in jedem Momente proportional der Intensität der Erregung sei.

Es stelle nun in nebenstehender Figur $x x^1$ die Bahn einer Erregung vor, die von x nach x^1 hin fortschreitet. An der Grenze oy trete sie aus der Faser xo in das empfindende Centrum $o x^1$ ein und zwar mit einem Werthe $om = \beta$, welcher als Ordinate in o aufgetragen sei. Von hier ab wird die Erregung in einer bestimmten Curve abnehmen, da sie auf jedem Punkte der Bahn einen Verlust erleidet, der ihrer Grösse proportional ist. Diese Curve würde nun bis ins Unendliche gehen, wenn nicht durch die Thatsache der Schwelle eine Begrenzung stattfände. Denn wir müssen uns vorstellen, dass die Schwelle denjenigen Werth der Erregung bedeutet, welcher weder im Stande ist in das empfindende Centrum einzudringen, noch in demselben sich fortzupflanzen. Hat also die anfängliche Erregung β diesen Werth $pq = b$ erreicht, so findet keine Fortpflanzung darüber hinaus statt.

Nennt man nun die nach dem von o ab zurückgelegten Wege x variable Erregung y, so findet zwischen diesen Grössen folgende Gleichung statt. Es ist:

$$\frac{dy}{dx} = -k \cdot y,$$

wo k eine Constante bedeutet.

Gehört nun zu dem anfänglichen Werthe von $y = \beta$ ein Werth $x = op = s$, so hat man:

$$\int_b^\beta \frac{dy}{y} = -k \int_s^o dx,$$

und wir erhalten:

$$\log.\ \text{nat.}\ \frac{\beta}{b} = k \, . \, s \, .$$

Es ergiebt sich also, dass der Weg, welchen die Erregung im empfindenden Centrum zurücklegt, der Grösse $\log.\ \text{nat.}\ \frac{\beta}{b}$ proportional ist. Es liegt daher auf der Hand, dass es nur noch eines Schrittes bedarf, um zum Endresultat unserer Ableitung zu gelangen.

Dasjenige Maass, mit dem wir die Intensität irgend einer Kraft messen, ist der Raum. Die Anziehungskraft messen wir

durch den Fallraum in einer Secunde. Die Wärme messen wir durch die Ausdehnung, welche ein erwärmter Körper erleidet. Die Stärke eines elektrischen Stromes durch die Ablenkung einer Magnetnadel aus ihrer Ruhelage. Ein unmittelbares Maass für die Intensität besitzen wir nicht.

Eben so wenig ist es denkbar, dass wir die Intensität einer Empfindung als solche unmittelbar in uns aufnehmen. Wir würden in diesem Falle zu dem absurden Schlusse gelangen, dass wir für die natürlichen Logarithmen einen angebornen Sinn haben, wie für die Reihe der natürlichen Zahlen.

Da also auch hier kein anderes Maass übrig bleibt, als der Raum, so werden wir zu der sehr nahe liegenden Annahme geführt, dass wir die Intensität einer Empfindung nach dem Wege abschätzen, welche die Erregung im Centrum zurücklegt. Je stärker die eintretende Erregung ist, desto tiefer dringt sie in das empfindende Centrum ein, desto mehr Centralmasse geräth in einen dem Process der Empfindung entsprechenden Zustand.

Es wird daher am einfachsten sein, wenn wir die Intensität der Empfindung dem von der Erregung im Centrum zurückgelegten Wege proportional setzen. Es sei also:

$$\gamma = \alpha \cdot s,$$

wo γ die Empfindung und α eine Constante bedeutet, und wir erhalten dann:

$$\gamma = \text{K. log. nat. } \frac{\beta}{b},$$

diejenige Formel, welche das Fechner'sche Gesetz ausdrückt.

In dem Vorhergehenden soll nun zwar keineswegs irgend welche anatomische Einrichtung des empfindenden Centrums präsumirt werden. Will man aber mit der Erregungsbahn im Centrum eine anatomische Vorstellung verknüpfen, so kann man sich denken, dass der Weg op (Fig.) mit Ganglienzellen ausgefüllt sei, die der Reihe nach in leitender Verbindung stehen. Durch diese Reihe von Ganglienzellen passirt die Erregung, und die Zahl der durchsetzten Zellen würde dann das Maass für die Empfindung sein.

Schliesslich bedarf die Thatsache der Schwelle noch einer näheren Betrachtung.

Wir haben angenommen, dass der Schwellenwerth der Erregung sich nicht mehr im Centrum fortzupflanzen vermag. Für diesen Werth der Erregung erleidet demnach das Gesetz der Fortpflanzung, nach welchem der Verlust an Intensität der Intensität proportional sein soll, plötzlich eine Discontinuität, die in der Natur des Vorganges begründet sein muss.

Als Analogon zu diesem Falle denke man sich, dass ein Körper sich auf einer Ebene mit Reibung bewegt, so dass der Widerstand der Geschwindigkeit proportional ist. War er durch einen Stoss in Bewegung gesetzt, so soll nach der Theorie seine Geschwindigkeit erst nach unendlich grosser Zeit Null werden. In der Wirklichkeit aber kommt der Körper nach endlicher Zeit zur Ruhe.

Wenn sich nämlich der Körper in Ruhe befindet, so wird in Wirklichkeit nicht jeder Stoss von beliebiger Stärke im Stande sein, ihn in Bewegung zu versetzen. Vielmehr wird es eine Grenze in der Stärke des Stosses geben, von der ab die Bewegung merkbar wird. Die Geschwindigkeit aber, welche der Körper durch einen solchen Stoss erhält, wird die kleinste sein, mit der der Körper sich überhaupt auf der Ebene bewegen kann, und ihr Werth entspricht daher dem Begriff der Schwelle.

Wenn nun ferner der Körper durch einen Stoss in Bewegung gesetzt auf seiner Bahn den Schwellenwerth der Geschwindigkeit erreicht, so wird er momentan oder doch ausserordentlich schnell zur Ruhe kommen, weil er mit einer kleineren Geschwindigkeit sich auf der Ebene nicht bewegen kann.

Die Intensität der Erregung entspricht demnach der Geschwindigkeit eines solchen Körpers. Sie muss grösser sein, als ihr Schwellenwerth, um in das Centrum einzutreten und wenn sie auf ihrem Wege sich dem Schwellenwerth nähert, so wird sie ausserordentlich schnell auf Null herabsinken.

Ueber die sogenannten amöboïden Bewegungen und die Cohnheim'schen Entzündungserscheinungen.

Von

Dr. W. Dönitz.

(Vorgetragen in der Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin am 16. Juni 1868.)

Die Untersuchung der Lymphe frischer Variolapusteln ergab so auffällige Resultate, dass es nicht unwichtig erscheinen dürfte, hier darüber zu berichten. Wenn man das zu untersuchende mikroskopische Präparat in der Art anfertigt, dass sich Luftblasen unter dem Deckglas befinden, so häufen sich die in frischer Lymphe noch spärlich vorhandenen Eiterkörperchen allmählich an der Grenze der Luftblasen an. Nach Verlauf von etwa einer Viertelstunde beginnt eine höchst eigenthümliche Erscheinung. Es dringen aus der mit Eiterkörpern besetzten Grenzschicht der Flüssigkeit schwach contourirte, hyaline Fortsätze hervor und ragen in die Luftschicht zwischen Objectträger und Deckglas hinein. Zusehends werden sie länger und verbreitern sich gegen ihr freies Ende hin, welches selbst wieder kleinere Fortsätze ausschickt, die immer wieder eingezogen zu werden pflegen, in dem Maasse als die Hauptmasse der ausgetretenen Substanz sich von dem Lymphtropfen

entfernt. Die dünnen Fäden, welche die wandernden Körper mit der Grenzschicht der Lymphe verbinden, reissen dann einer nach dem andern ab, so dass schliesslich mannichfach gestaltete Körperchen in einiger Entfernung von dem Lymphtropfen diesen umgeben. Diese Körper sind durchaus hyalin; nur manchmal erscheinen sie mehr oder weniger körnig, wegen Unebenheiten der Oberfläche oder wegen zufällig anklebender Körnchen Es fehlt ihnen jede Spur eines Kernes. Ihre Grösse schwankt, doch übertreffen sie häufig die Eiterkörperchen um ein mehrfaches. Sie liegen alle in einer Ebene, weil sie an der Fläche des Glases haften. Ueber ihren Ursprung kommt man in's Klare, wenn man solche Stellen untersucht, an denen vereinzelte Eiterkörperchen in der Grenzschicht der Lymphe liegen. Da erkennt man, dass jeder Faden von je einem Eiterkörperchen ausgeht. Mag die ausgetretene Masse aber noch so voluminös sein im Verhältniss zum Eiterkörperchen, so verlässt doch dieses letztere den Lymphtropfen nie.

In ihren optischen und mikrochemischen Eigenschaften haben diese Körper die grösste Aehnlichkeit mit den sogenannten Eiweisstropfen, welche aber, in Flüssigkeiten suspendirt, sich zu Kugeln abrunden, während die fraglichen Gebilde, unter dem Einfluss der Adhäsion der Glasfläche, sich polymorph gestalten. Beim Austreiben der glashellen Körper aus der capillaren Flüssigkeitsschicht dürfte hier die Verdunstung eine Hauptrolle spielen. Dies scheint daraus hervorzugehen, dass der Austritt am häufigsten am freien Rande des Lymphtropfens erfolgt, hingegen um so spärlicher wird, je kleiner die Luftblasen sind, um welche die Eiterkörper sich gelagert haben. Eine kleine Luftblase ist aber so schnell mit Feuchtigkeit gesättigt, dass die Verdunstung schon aufhört, bevor noch das beschriebene Phänomen eintreten konnte.

Dieser Vorgang ist nun bis in alle Einzelheiten hinein ein getreues Abbild der von Cohnheim beschriebenen Entzündungserscheinungen am Froschmesenterium, mit dem Unterschiede, dass dort weisse Blutkörper, hier Eiterkörper untersucht werden, und dass dort eine Gefässwand durchsetzt wird, deren Resistenz hier durch die Cohäsion der Grenzschicht einer

Flüssigkeit, des Lymphtropfens, vertreten wird. In der Deutung der beobachteten Erscheinung beging aber Cohnheim das Versehen, dass er die durch die Gefässwand hindurchgehenden Körper für weisse Blutkörper hielt, während sie doch nur aufgequollene Theile des Inhalts solcher sind. Die Kerne aber bleiben mit dem grössten Theil der Inhaltsmasse innerhalb des Gefässlumens zurück. Die ausgetretenen Massen können demnach, wenn diese Vorgänge wirklich zur Eiterung führen, wohl etwas Material zur Bildung des Eiters abgeben, niemals aber Eiterkörper werden, so lange nicht nachgewiesen ist, dass Zellkerne sich frei in einer durchaus homogenen Eiweisssubstanz bilden können.

Man kommt somit zu dem Schluss, dass die bestehende Entzündungslehre durch Cohnheim nicht alterirt worden ist und dass man Unrecht thut, die fraglichen Körper mit Amöben zu vergleichen und ihre Formveränderungen amöboide Bewegungen zu nennen, da dies immer eine active Formveränderung voraussetzen würde; und wenn fremde Körperchen ihnen ankleben oder selbst in ihre Substanz hineingepresst werden, so heisst es mindestens der Sprache Gewalt anthun, wenn man dies ein „Fressen“ nennt.

Die beschriebene Erscheinung lässt sich auch an Wundeiter beobachten, der nur zu viel Eiterkörper und moleculare Beimengungen enthält, um eine vollkommene Einsicht in den Vorgang zu gestatten. Viele Bewegungserscheinungen an weissen Blutkörpern innerhalb der Gefässe oder in einem Blutstropfen müssen in ähnlicher Weise gedeutet werden wie das beschriebene Phänomen. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass die rein mechanischen Formveränderungen der weissen (wie der rothen) Blutkörper im Blutstrom hiervon auszunehmen sind. Adhärirt ein solches Körperchen an der Gefässwand, so kann der Strom es in die Länge ziehen und in einen kolbigen Körper umwandeln, dessen Stiel zähflüssige, hyaline Masse, dessen Kopf hauptsächlich die granulirte Masse nebst Kernen enthält. Man wird also im gegebenen Falle sorgfältig auf die Ursachen achten müssen, welche die Formveränderungen veranlassen, um diese recht zu verstehen.

Eine neue Methode der quantitativen Eiweiss-bestimmung.

Von

Dr. Max Haebler.

Unter allen bis jetzt angegebenen Methoden, den Eiweissgehalt einer Flüssigkeit quantitativ zu bestimmen, ist keine für praktische Zwecke vollständig ausreichend, da dieselben theils an zu grosser Ungenauigkeit leiden, theils zu zeitraubend sind. Es muss daher wünschenswerth erscheinen, eine neue Art der quantitativen Eiweissbestimmung kennen zu lernen, welche diese beiden Uebelstände in ausreichender Weise vermeidet.

Löst man in irgend einer Flüssigkeit eine Substanz auf, so wird das specifische Gewicht derselben um einen bestimmten Grad steigen. Ist es nun möglich, die gelöste Substanz wieder vollständig aus der Lösung zu entfernen, ohne im Uebrigen ihre chemische Zusammensetzung zu alteriren, so muss das specifische Gewicht derselben auf seine ursprüngliche Höhe zurückkehren.

Es lag nahe, dieses Verhalten zur quantitativen Bestimmung des Eiweisses im albuminösen Urin anzuwenden. Es kam nur darauf an, durch Vergleichung mit der einzigen genauen Methode, der Bestimmung durch Wägung (Neubauer), nachzuweisen, dass die jedesmalige Differenz zwischen dem specifischen Gewichte des enteiweissten und des frischen Urines in einem bestimmten Verhältniss zur Menge des in demselben enthaltenen Eiweiss stehe, und eventuell dieses Verhältniss zu bestimmen. Zwei Umstände muss man jedoch im Auge behalten, welche zu groben Fehlern Veranlassung geben können. Erstens darf man nicht die Schwankungen vergessen, welche das specifische Gewicht einer Flüssigkeit entsprechend den Schwankungen ihrer Temperatur zeigt, zweitens muss man streng jede Verdunstung während des zur Coagulation des Eiweisses nöthigen Kochens ausschliessen. Den ersten Uebelstand vermeidet man leicht, indem man die Wägung des specifischen Gewichts vor und nach dem Enteiweissen bei genau gleicher Temperatur vornimmt. Von welcher Wichtigkeit es zweitens ist, jede Verdunstung zu verhüten, beweist der Umstand, dass, falls das Erwärmen ohne entsprechende Vorsichtsmassregeln vorgenommen wird, nicht selten der Urin nach Entfernung des Eiweisses ein höheres specifisches Gewicht zeigt, wie vorher.

Um nun die betreffende Flüssigkeit zu enteiweissen, giesst man sie in ein grosses Reagenzglas oder einen kleinen Glaskolben, die natürlich durchaus trocken sein müssen. Nachdem

dann sowohl das specifische Gewicht der Flüssigkeit wie die Temperatur genau bestimmt ist, verschliesst man das Gefäss durch einen Kork, der von einer circa 3' langen, ungefähr 1/3 Centimeter Durchmesser im Lichten haltenden Glasröhre durchbohrt wird. Man erhitzt nun die Flüssigkeit zum Sieden, säuert sie mit 2—5 Tropfen Essigsäure an, und setzt den Kork so schnell wie möglich wieder auf. Ist alles Eiweiss gefällt, was man daran erkennen kann, dass die über dem niederfallenden Eiweiss sich absetzende Flüssigkeit vollständig klar ist, so filtrirt man nach erfolgter Abkühlung durch ein trockenes gefaltetes Filter, bringt die Temperatur auf dieselbe Höhe wie vorher und bestimmt das specifische Gewicht. Sollen diese Bestimmungen recht genau sein, so macht man sie am besten auf der Wage durch ein in freier Luft und destillirtem Wasser gewogenes Senkgläschen. Uebrigens zeigen die im Nachfolgenden mitgetheilten Erfahrungen, dass für die meisten Zwecke die Bestimmungen mittelst der gewöhnlichen Urometerspindel vollkommen ausreichend sind. Selbst im ersten Falle nimmt die ganze Operation nicht mehr als 15—20 Minuten in Anspruch.

Flüssigkeit.	Specifisches Gewicht		Differenz der specifischen Gewichte	Eiweissgehalt durch Wägung bestimmt
	vor dem Enteiweissen	nach dem Enteiweissen		
1. Urin	1,0069	1,0060	0,0009	0,245%
2. Urin	1,0169	1,0159	0,0010	0,221%
3 Urin	1,0124	1,0112	0,0012	0,229%
4. Urin	1,0152	1,0128	0,0024	0,539%
5. Urin	1,0157	1,0154	0,0003	0,057%
6. Urin	1,0244	1,0234	0,0010	0,220%
7. Urin	1,0121	1,0119	0,0002	0,007%
8. Urin	1,0152	1,0141	0,0011	0,226%
9. Urin	1,0104	1,0059	0,0015	0,327%
10. Urin	1,0068	1,0057	0,0011	0,217%
11. Urin	1,0157	1,0148	0,0009	0,167%
12. Urin	1,0093	1,0085	0,0008	0,136%
13. Ascites - Fl. verdünnt	1,0038	1,0011	0,0027	0,614%
		Summa	0,0151	3,205

Da das specifische Gewicht des Urines noch von mannichfachen andern Substanzen abhängig ist, so könnte vielleicht das Verhältniss der Menge des Eiweisses zur Differenz der specifischen Gewichte vor und nach dem Enteiweissen bei leichtem und schwerem Urin ein verschiedenes sein, indess zeigen die in der Tabelle angeführten Versuche, zu welchen Urine von ganz verschiedenem specifischen Gewicht verwendet wurden, dass die Concentration des Urines (abgesehen von dem Eiweissgehalt) ohne störenden Einfluss auf das Resultat ist.

In der Tabelle ist in der vierten Columne die Differenz der specifischen Gewichte vor und nach dem Enteiweissen, in der fünften Columne der durch Wägung gefundene Procentgehalt an Eiweiss angegeben.

Aus diesen Zahlen kann man den Durchschnittswerth des Eiweissgehalts für eine Differenz der specifischen Gewichte vor und nach dem Enteiweissen von 0,0001 finden, da sich die Summe der Differenzen (0,0151) zur Summe der durch Wägung gefundenen Werthe für den Eiweissgehalt des Urines (3,205) verhalten muss wie 0,0001 : x.

$$0,0151 : 3,205 = 0,0001 : x,$$

$$x = \frac{3,205 \times 0,0001}{0,0151}$$

$$x = 0,021.$$

Berechnet man nun aus diesem soeben gefundenen Werth einer Differenz der specifischen Gewichte vor und nach dem Enteiweissen von 0,0001 den Eiweissgehalt der oben angeführten Urine und vergleicht diesen mit dem durch Wägung gefundenen, so erhält man folgende Fehlergrössen:

No.	Differenz der specif. Gew. vor und nach dem Enteiweissen	Eiweissgehalt, Procent		Grösse des Fehlers Procent
		bestimmt aus der Diff. d. spec. Gew.	durch Wägung gefunden	
1.	0,0009	0,189	0,245	0,056
2.	0,0010	0,210	0,221	0,011
3.	0,0012	0,252	0,229	0,023
4.	0,0024	0,504	0,539	0,035
5.	0,0003	0,063	0,057	0,006
6.	0,0010	0,210	0,220	0,010
7.	0,0002	0,042	0,007	0,035
8.	0,0011	0,231	0,226	0,005
9.	0,0015	0,315	0,327	0,012
10.	0,0011	0,231	0,217	0,014
11.	0,0009	0,189	0,167	0,022
12.	0,0008	0,168	0,136	0,032
13.	0,0027	0,567	0,614	0,047
			Summa	0,308

Hieraus ergiebt sich ein Durchschnittsfehler von 0,023 Procent. Allerdings muss man dabei im Auge behalten, dass der Fehler sich nach oben und unten erstrecken kann, sich also die Grenzen desselben verdoppeln.

Von den älteren Methoden ist die quantitative Bestimmung des Eiweisses durch directe Wägung die Vorzüglichste; ihre Zuverlässigkeit haben die Versuche von Neubauer[1]) hinlänglich erwiesen, doch ist sie leider zu zeitraubend.

An demselben Uebelstand leidet die Methode von Heller[2]). Er dampft eine Portion Urin ein und bestimmt den festen Rückstand. Eine andere gleiche Portion wird nach Zusatz von etwas Essigsäure gekocht bis zur Fällung des Eiweisses, sodann filtrirt und ebenfalls verdampft. Die Differenz zwischen dem procentigen Rückstand des ursprünglichen Urin und dem Procentrück-

1) Anleitung zur qualitativen und quantitativen Analyse des Harns von Neubauer und Vogel. 5. Aufl. 1867.

2) Heller's Archiv. 1852.

stand des durch Kochen vom Eiweiss befreiten Urin, giebt die Menge des Albumen an.

Die von Hoppe-Seiler[1]) angegebene Bestimmung der Eiweissmenge durch Circumpolarisation ist, wie Alfred Vogel[2]) nachgewiesen, zu ungenau.

Die Methode von Boedeker[3]), den Eiweissgehalt eines Urin durch Titrirung mit Ferrocyankalium aus essigsaurer Lösung zu bestimmen, ist erstens etwas umständlich und giebt zweitens nach den Controllbestimmungen von Thomas[4]) bei Flüssigkeiten, die unter 1,5 Procent Eiweiss enthalten, was bei Urin fast stets der Fall sein dürfte, ganz ungenaue Resultate.

Was die letzte kürzlich von Alfred Vogel[5]) in Dorpat angegebene Methode, den Procentgehalt an Eiweiss aus der Trübung des gekochten Urin zu bestimmen, anbelangt, so ist jedenfalls bei derselben der subjectiven Ansicht und dem Geschick des betreffenden Beobachters viel Spielraum gelassen. Ausserdem ist, wie sich aus den von Vogel selbst angeführten Beispielen ergiebt, der Durchschnittsfehler der von ihm erhaltenen Resultate, verglichen mit den durch Wägung gefundenen Werthen = 0,046, der Maximalfehler = 0,159, bei der hier angegebenen Methode der Durchschnittsfehler = 0,023, der Maximalfehler = 0,056.

Die Zahl der hier angestellten Versuche ist allerdings noch gering, indessen weichen die Resultate so wenig von einander ab, dass trotz der kleinen Zahl derselben die Methode genügend sicher gestellt erscheint.

Zum Schluss sei es mir gestattet, den Geheimenräthen Hrn. Dr. Frerichs und Reichert, durch deren Güte mir das Material der medicinischen Klinik und die Benutzung des Laboratoriums der Anatomie zu Gebote stand, meinen besten Dank für ihre Freundlichkeit abzustatten. Herr Dr. Schultzen, dem ich auch die Anregung zu dieser Arbeit verdanke, unterstützte mich auf das Bereitwilligste bei der Ausführung derselben.

Durch die Güte des Herrn Professor Coranyi geht mir soeben eine vor etwa 3 Jahren in der Pesther medic. Zeitschrift erschienene Arbeit von Lang[6]) zu, welche bereits dasselbe Thema behandelt. Ich glaube dennoch die Veröffentlichung des oben Mitgetheilten nicht unterdrücken zu müssen. Es erscheint im Gegentheil der Beachtung werth, dass wir beide auf ganz verschiedenen Wegen in Bezug auf die Grösse des zwischen der Differenz der specifischen Gewichte und dem Eiweissgehalt bestehenden Verhältnisses zu wenigstens annähernd denselben Resultaten gekommen sind.

1) Virchow's Archiv. 1857. Bd. 11.
2) Deutsches Archiv für klinische Medizin. Bd. III. Heft I. p. 145.
3) Annal. der Chem. u. Pharmac. 1859. CXI.
4) Schmidt's Jahrbücher. Bd. 120.
5) l. c. p. 143.
6) Eredeti értekezések. Hugyelemzési tanulmányok. Dr. Láng Gusztáv.

Beiträge zur Lehre vom Icterus.

Von

Dr. B. Naunyn.

Nachdem durch die Arbeiten von Müller, Kunde[1]) und Moleschott[2]) gezeigt war, dass bei Fröschen, welche nach Exstirpation der Leber Tage oder auch Wochen lang lebten, eine Anhäufung von Gallenfarbstoff oder Gallensäuren im Blute oder in den Geweben nicht Statt hat, war die alte Lehre von der Entstehung des Icterus durch unterdrückte Gallenausscheidung nicht mehr haltbar.

Es entstand daher eine Schwierigkeit für die Erklärung derjenigen Icterusformen, bei denen Hindernisse für den Abfluss der Galle und also, nach damaliger Anschauung, Gründe für die Resorption des in der Leber gebildeten Secretes nicht vorlagen.

Es führten die Schwierigkeiten für die Erklärung dieser Icterusformen zur Annahme des sogenannten hämatogenen oder Bluticterus.

Die Berechtigung für diese Annahme beruht in erster

---

1) Felix Kunde de hepatis ranarum exstirpatione dissert. inaug. Berol. 1850.

2) Archiv für physiol. Heilkunde. Bd. XI.

Linie auf den Entdeckungen, welche Virchow[1]) im Jahre 1847 bekannt machte.

Derselbe fand, dass unter Umständen in alten Blutextravasaten aus dem Blutfarbstoff ein krystallinischer Farbstoff entsteht, welcher mit einem der Gallenfarbstoffe, dem damals sogenannten Cholepyrrhin, grosse Aehnlichkeit im Verhalten gegen Reagentien besitzt.

Virchow konnte um so mehr hiernach auf eine Identität jenes krystallinischen Farbstoffes (des Hämatoidin) mit dem, vor ihm krystallinisch noch nicht dargestellten, Gallenpigment schliessen, als es ihm gelang, in alten Echinococcussäcken der Leber wiederholt Ausscheidungen ganz gleicher Krystalle nachzuweisen. Hier war es nach Allem sehr wahrscheinlich, dass diese Ausscheidungen aus in die Säcke ergossener Galle stammten und also krystallinisches Gallenpigment darstellten.

Diese Entdeckung Virchow's wurde später von Zenker und Funke[2]), Valentiner[3]), Robin[4]), Jaffe[5]) und anderen bestätigt und namentlich durch die krystallinische Darstellung des Gallenfarbstoffs in der Weise erweitert, dass die Identität desselben mit dem Hämatoidin als sichergestellt galt.

Diese Identität als sicher vorausgesetzt lag auch die schon von Virchow geäusserte Ansicht nahe, dass einmal überhaupt die Entstehung des Gallenpigments vom Blutfarbstoff herzuleiten sei und dass namentlich jene oben erwähnten Formen der Gelbsucht auf eine solche in abnormem Grade statthabende Zersetzung des Blutfarbstoffs zurückzuführen seien. Es könne, so nahm man an, eben so, wie unter bestimmten Bedingungen ausserhalb des Kreislaufs, auch innerhalb desselben eine derartige Zersetzung des Blutfarbstoffs stattfinden, welche dann zum Auftreten von Gallenfarbstoff in den Secreten und zur Ablagerung desselben in den Geweben führe.

---

1) Archiv v. Reinhardt und Virchow Bd. I.

2) Nach mündlicher Mittheilung bei Lehmann. Physiol. Chemie. 2. Aufl. Leipzig 1853. Bd. I.

3) Zeitschrift für klinische Medicin. N. F. Bd. I.

4) Comptes rend. Bd. 41.

5) Virchow's Archiv. Bd. 23.

Frerichs[1]) wies im Jahre 1858 mit Recht darauf hin, dass nicht überall da, wo kein Hinderniss für den Abfluss der Galle vorläge, das Entstehen eines Icterus durch Resorption des bereits gebildeten Secretes von den Gallenwegen her ausgeschlossen werden dürfe. Ein Uebertreten der Galle aus den Gallenwegen in das Blut könne ebensowohl durch Abnahme des Drucks in den Blutgefässen als durch Erhöhung des Drucks in den Gallenwegen bedingt werden[2]). Als Beispiel eines in ersterer Weise zu Stande kommenden Resorptionsicterus führte er den gewöhnlich bei Pfortaderverschluss auftretenden an.

Ausserdem glaubte Frerichs noch eine andere Entstehungsmöglichkeit des Icterus nachweisen zu können, welche in der That die Annahme eines Bluticterus wohl in allen Fällen unnöthig gemacht hätte. Dieselbe beruhte auf der von ihm im Verein mit Staedeler[3]) gemachten Wahrnehmung, dass bei Einwirkung von Schwefelsäure auf farblose Gallensäuren Chromogene entstehen, welche in vielen Beziehungen und namentlich in Bezug auf ihr Verhalten gegen das Gmelin'sche Reagens den Farbstoffen der Galle sehr ähnlich sind.

Es werden, so schloss nun Frerichs, dauernd aus dem Darmtractus Gallensäuren ins Blut resorbirt. Diese unterliegen hier einer ähnlichen Zersetzung wie unter dem Einflusse jener Säure. In der Norm indessen werden die so gebildeten Gallenfarbstoffe im Blute gleich weiter zu Harnfarbstoffen oxydirt. Wo aber die Oxydationsprocesse im Organismus in Folge irgend eines Einflusses darnieder liegen, da findet diese weitere Umwandlung der Gallenfarbstoffe in Harnfarbstoffe nicht statt, und es kommt nun zum Auftreten von Gallenfarbstoff im Urin und in den Geweben, d. h. es entsteht Icterus.

Obgleich, wie neuerdings Staedeler[4]) zeigte, die Identität zwischen den durch Schwefelsäure aus Gallensäuren gebil-

---

1) Klinik der Leberkrankheiten Bd. I.
2) cf. pag. 434.
3) Dieses Archiv, Jahrgang 1856.
4) Vierteljahrsschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich. Bd. VIII.

deten Farbstoffen und denen der Galle nicht besteht, so schienen doch damals die Resultate, welche die von Frerichs im weitern Verfolg seiner Hypothese angestellten Injectionen von gallensauren Salzen in die Venen von Hunden ergaben, sehr geeignet, jene Ansicht zu stützen. Frerichs fand nämlich, dass unter solchen Umständen im Urine der Thiere constant Gallenfarbstoff nachweisbar wird, während es ihm fast nie gelang, die in die Venen eingeführten Gallensäuren im Urine wieder zu finden.

Letztere Thatsache konnte um so weniger auffallend erscheinen, als auch frühere Forscher, z. B. Lehmann, in selbst sehr stark Gallenfarbstoff haltendem Urin icterischer Menschen Gallensäure oft vergeblich gesucht hatten.

Diese Erfahrungen von Frerichs bildeten dann den Ausgangspunkt für die Untersuchungen von Kühne über denselben Gegenstand.

Kühne[1]) bestätigte im Wesentlichen die Beobachtungen von Frerichs, anlangend das Auftreten von Gallenfarbstoff im Urin nach Injection von Gallensäuren in die Venen. Dagegen fand er, dass im Urine solcher Thiere, ebenso wie in dem am Icterus leidender Menschen constant auch die Gallensäuren nachweisbar sind.

Gestützt auf diese Beobachtungen und auf das Auftreten einer allerdings nur unsicheren Gallenfarbstoffreaction im Urine solcher Thiere, denen er Lösungen von Blutfarbstoff (hergestellt durch vermeintliche mechanische Auflösung von Blutkörperchen) ins Blut gespritzt, glaubte Kühne sich berechtigt zu schliessen, eine Zersetzung der Gallensäuren im Blute habe überhaupt nicht Statt, und ferner, der in Frerichs und seinen eigenen Experimenten im Urine der betreffenden Thiere beobachtete Gallenfarbstoff entstehe nicht aus den eingeführten Gallensäuren, sondern durch letztere werden Blutkörperchen gelöst; der so in das Blutserum übertretende Blutfarbstoff werde in Gallenfarbstoff umgewandelt.

Diese letztere Annahme Kühne's, welche im Wesentlichen

1) Virchow's Archiv Bd. 14.

die Lehre Virchow's reproducirte, wurde später von den meisten Forschern über diesen Gegenstand adoptirt und von mehreren Seiten wurden Erfahrungen der Oeffentlichkeit übergeben, welche geeignet schienen, sie zu stützen.

So die Experimente Herrmann's[1]), welcher fand, dass im Urine von Hunden nach Injection von Wasser in die Venen Gallenfarbstoff auftritt; dann die schon früher bekannte Thatsache, dass nach Aether- oder Chloroformnarkosen nicht selten leichter Icterus auftritt. Diese Erscheinung wurde von Nothnagel[2]) experimentell festgestellt und von ihm wie von Bernstein[3]) und schon vordem von Leyden[4]) in der Weise gedeutet, dass auch hier eine Auflösung von rothen Blutkörperchen und Umwandlung des gelösten Hämoglobin's in Gallenfarbstoff statthabe.

Auf Grund dieser experimentellen Erfahrungen gewann die Lehre vom Bluticterus mehr und mehr an Sicherheit und Ausbreitung, obgleich Virchow selbst im Jahre 1865[5]) darauf aufmerksam machte, dass immerhin eine Erzeugung von eigentlichem Icterus (Gelbfärbung der Gewebe etc.) in jenen Experimenten nicht gelungen sei.

Virchow zeigte jetzt selbst, dass auch für den Icterus bei Pyämie, Typhus, Pneumonie etc. die Wahrscheinlichkeit eines hämatogenen Ursprungs aus vielen Gründen eine höchst geringe sei.

Dem gegenüber war Leyden[6]), der auf Grundlage von zahlreichen Experimenten und Beobachtungen der Kühne-schen Ansicht beitrat, der Erste, welcher die nach dieser Lehre so wesentlich differenten Formen des Icterus klinisch zu trennen strebte. Es gelang ihm in mehreren Fällen von Icterus bei Pyämie und ähnlichen Leiden, also in Fällen von sogenanntem

1) De effectu sanguinis diluti. diss. inaug. Berol.
2) Klinische Wochenschrift Jahrg. 1866.
3) Moleschott's Untersuchungen. Jahrg. 1867.
4) Beiträge zur Pathologie des Icterus. Berlin 1866.
5) Virchow's Archiv. Bd. 32. pag. 117.
6) l. c.

hämatogenen (Blut-) Icterus, nicht, im Urine der betreffenden Individuen Gallensäuren aufzufinden, im Gegensatz zu mehreren Fällen von sicherem Resorptionsicterus, wo er die Gegenwart jener Substanzen im Urine der betreffenden Individuen mit Evidenz nachweisen konnte.

Hierauf hin glaubte er annehmen zu dürfen, dass das Vorhandensein oder Fehlen der Gallensäuren im Urine ein Kennzeichen sei, ob im concreten Falle ein Icterus als Bluticterus oder Resorptionsicterus angesehen werden müsste.

Die Lehre vom Icterus aus mangelhafter Umsetzung normaler Weise im Blute vorhandener Gallenbestandtheile schien so vollständig überwunden, die Annahme des Bluticterus schien im Verein mit dem Resorptionsicterus ausreichend, um überall das pathogenetische Verständniss der Gelbsucht zu ermöglichen; auch für die klinische Sonderung der beiden verschiedenen Formen dieser Krankheit schienen Anhaltspunkte gegeben.

Und doch liegt eine umfassende Reihe von Thatsachen vor, welche jener Lehre vom Icterus aus mangelhafter Umsetzung etc., wie sie zuerst in greifbarer Form von Frerichs[1]) aufgestellt wurde, das Wort redet.

Die Annahme, dass Gallenbestandtheile normaler Weise, sei es nun in der Leber selbst, ins Blut übertreten oder vom Darme aus resorbirt werden, ist an und für sich keineswegs unwahrscheinlich.

Was die Gallensäuren anlangt, so hat sich sogar, wie bekannt, die Mehrzahl der Forscher, so Bidder und Schmidt[2]), Huppert[3]), Bischof[4]) für das Statthaben einer Resorption vom Darmcanale aus ausgesprochen. Die von ihnen übereinstimmend constatirte erhebliche Differenz zwischen der Menge der muthmasslich mit der Galle in den Darm ergossenen und der Menge der nachweislich mit dem Kothe entleerten Gallensäuren legte diese Annahme sehr nahe.

---

1) L. c.
2) Die Lehre vom Stoffwechsel.
3) Archiv der Heilkunde 1864.
4) Henle's u. Pfeuffer's Zeitschrift u. s. w. III. Folge. Bd. XXI.

Ausser Kühne vertrat nur Leyden die entgegengesetzte Ansicht, da er in mehreren entsprechenden Versuchen die Quantität der täglich vom Hunde ausgeschiedenen Gallensäuren erheblich geringer, als jene Forscher fand. Indessen sind seine Versuche nicht zahlreich genug, und, da aus denselben nicht hervorgeht, dass die betreffenden Thiere sich im Zustande normaler Ernährung befanden, den übereinstimmenden Resultaten der andern Forscher gegenüber nicht als beweiskräftig zu bezeichnen.

Was den Gallenfarbstoff anlangt, so sprechen ebenfalls viele Erfahrungen dafür, dass er auch in der Norm im Blute circulirt und zersetzt wird.

Die Abstammung der Harnfarbstoffe vom Gallenfarbstoffe ist durch viele Beobachtungen, vor Allem die neuerdings von Jaffe[1]) mitgetheilten im hohen Grade wahrscheinlich gemacht; wir wissen, dass nicht selten, auch bei bestehendem Icterus, nicht Gallenfarbstoff, sondern Farbstoffe im Urin auftreten, die von gewöhnlichem Harnfarbstoff nicht zu unterscheiden sind; andrerseits ist es bekannt, dass Gallenfarbstoff nicht selten auch unter völlig normalen Verhältnissen, namentlich aber da im Urine nachweislich wird, wo wir Grund haben, mangelhafte Intensität der im Organismus statthabenden Oxydationsprocesse anzunehmen. So in heissen Klimaten und Jahreszeiten, bei Pneumonie, Herzkrankheiten etc.

Noch häufiger werden, wie bekannt, bei Thieren und namentlich Hunden in vollkommen normalem Zustande im Urine Pigmente gefunden, welche die Gmelin'sche Reaction aufs deutlichste zeigen, auch bei der Huppert'schen (Schwerdtfeger-schen) Reaction sich wie Gallenpigmente verhalten; und fast jede Gesundheitsstörung irgend welcher Art erscheint bei diesen Thieren geeignet, wo dieser Pigmentgehalt fehlt, ihn hervorzurufen, wo derselbe vorhanden ist, ihn zu vermehren.

Diese Thatsache scheint nun geeignet einiges Misstrauen gegen die zwingende Kraft der experimentell beigebrachten Beweise für den hämatogenen Icterus zu erregen. Denn ein-

---

1) Centralblatt für die medizinischen Wissenschaften. 1868.

mal sind fast alle diese Versuche mit nicht unerheblichen Kreislaufsstörungen in Folge des operativen Eingriffs verbunden, und ferner sind die positiven Erfahrungen, d. h. die Versuche, in welchen es gelang, durch Injection von gallensauren Salzen in die Venen Auftreten von Gallenfarbstoff im Urine hervorzubringen, fast ausschliesslich an Hunden gemacht; während die an Kaninchen angestellten Experimente fast sämmtlichen Forschern, z. B. Leyden, Huppert u. s. w. negative Resultate ergaben[1]). Fast ausschliesslich Nothnagel erhielt bei Experimenten mit Kaninchen positive Resultate; er suchte indessen die Auflösung der Blutkörperchen im Kreislauf der Thiere durch Inhalation resp. subcutane Injection von Aether zu bewerkstelligen. Es liegen aber bis jetzt keine Beweise dafür vor, dass in der That bei Application jener Substanz eine Auflösung der im Blute kreisenden Körperchen statthat.

Erheblich gesteigert müssen die angeregten Bedenken werden durch die neuerdings von Holm mitgetheilten Thatsachen. Derselbe, welcher zum ersten Male grössere Mengen von Hämatoidin in reinem Zustande untersuchte und dasselbe in Bezug auf Reaction und Löslichkeitsverhältnisse mit dem Bilirubin verglich, leugnet, wie bekannt, die allgemein angenommene Identität dieser Farbstoffe vollständig[2]).

Ein nicht fern liegender Punkt hat sich bis jetzt wenigstens der eingehenderen Berücksichtigung der Forscher über den hier vorliegenden Gegenstand vollständig entzogen. Es ist dies die Frage, ob die vermeintliche, so zu sagen acute Bil-

---

1) Die von Kühne in seinem Lehrbuche der physiol. Chemie gemachten Angaben, betreffend das Auftreten von Gallenfarbstoffen im Urin von Kaninchen nach Injection von Hämoglobi ösung in die Venen, werden später ausführlicher erörtert werden.

2) Soeben (nach Abschluss des Manuscriptes) erhalte ich durch die Güte des Herrn Prof. Staedeler: Studj sul corpo luteo della vacca di G. Piccolo e A. Lieben. Diese Forscher bestätigen, die Angaben Holms', anlangend die Verschiedenheit der von ihm untersuchten aus dem Ovarium der Kühe dargestellten Substanz vom Bilirubin; sie sind indessen der Ansicht, dass jene Substanz auch mit dem Virchowschen Hämatoidin nicht identisch sei.

dung von Gallenfarbstoff aus Blutfarbstoff nur in der Leber oder auch ausserhalb dieses Organes im Blute selbst statthabe. Die angestellten Versuche von Injectionen der die Blutkörperchen lösenden Substanzen in die Venen oder unter die Haut von Thieren können in dieser Hinsicht nichts lehren, da hierbei stets auch der Leber die Blutfarbstofflösung in abnormer Menge zugeführt wird und also auch die etwaige Umwandlung des Hämoglobins in Gallenfarbstoff in diesem Organe stattgefunden haben könnte. Letztere Ansicht bleibt jedenfalls, so lange wir daran festhalten, dass in der Norm die Bildung von Gallenfarbstoff in der Leber stattfindet, die wahrscheinlichste, und es würde dann immerhin der nach jenen Eingriffen eintretende Icterus (des Harnes) noch nicht als hämatogener im Gegensatz zum hepatogenen bezeichnet werden können.

Die nachfolgende Arbeit wurde ursprünglich in der Absicht unternommen, die Lücken, welche die Arbeiten der oben erwähnten Forscher in diesem Gegenstand gelassen, auszufüllen, d. h. es galt zunächst, zu untersuchen, ob das Auftreten von Gallenfarbstoff im Urin nach Einführung von gelöstem Blutfarbstoff in den Kreislauf der Thiere oder in Folge der Auflösung der Blutkörperchen auch dann Statt hat, wenn die betreffenden Operationen mit irgend einer erheblichen Störung im Kreislauf und im Befinden des Thieres überhaupt nicht verknüpft sind.

Die in Folgendem gemachten Angaben, betreffend die Gegenwart oder Abwesenheit von Gallenfarbstoff, beziehen sich meist nur auf die Gmelin'sche Reaction, nur hier und da kam gleichzeitig auch die Huppert'sche (Schwerdtfeger'sche) Reaction zur Anwendung. Als sicher ist die Gallenfarbstoff-Reaction nur dann angesehen, wenn in der Zone der Einwirkung der unreinen Salpetersäure auf den darüber geschichteten Urin nach einiger Zeit eine für jedes Auge zweifellos grüne Schicht auftrat: als unsicher wurde die Reaction so lange bezeichnet, als die grüne Schicht irgend wahrnehmbar war; nur da, wo diese

Schicht auch nicht andeutungsweis vorhanden war, ist Fehlen des Gallenfarbstoffs angegeben.

I. Application von Blutfarbstofflösung unter die Haut.

a. Application von Lösungen reinen Hämoglobins.

1. Einem kleinen Hunde wurden (14. 4. 67. Mittags) 40 C. C. einer bei 30° gesättigten, mit 2 Tropfen Ammoniak ganz schwach alkalisch gemachten Lösung von Hämoglobin aus Pferdeblut[1]) unter die Haut gespritzt. Der Hund, welcher sich nach dieser Operation dauernd wohl befand, entleerte bis zum 15. Mittags 320 C.C. eines dunkelbraun gefärbten Urins vom spec Gew. 1017, derselbe war alkalisch, enthielt keine abnormen morphotischen Bestandtheile, namentlich keine Blutkörperchen, und zeigte keine Gallenfarbstoff-Reaction. Beim Kochen nach Ansäuerung mittelst einiger Tropfen Essigsäure entstand ein reichliches dunkelbraunes Coagulum. Bei der Untersuchung mittelst des Spectroskops zeigte der Urin sehr evident die Absorptionsstreifen des sauerstoffhaltigen Hämoglobins.

Die Ausscheidung des Blutfarbstoffs im Urin dauerte noch bis zum Mittag des 16. an. Erst am Nachmittage desselben Tages entleerte der Hund zuerst wieder einen von Blutfarbstoff und Eiweiss freien Urin. Die Gallenfarbstoff-Reaction gab zu allen Zeiten ein vollkommen negatives Resultat.

Es war nun die Frage, ob nicht etwa die in dem eben beschriebenen Falle beobachtete Ausscheidung des Blutfarbstoffs mit dem Urine und die fehlende Umsetzung desselben in Gallen-

1) Das Hämoglobin wurde in folgender Weise dargestellt: Das Blut ward sofort nach dem Entleeren defibrinirt und in der Kälte 3—4 Stunden stehen gelassen. Es hatten sich darnach die Blutkörperchen so gesenkt, dass die obern 2 Drittheile der ganzen Flüssigkeit klares Serum darstellten. Dieses wurde abgegossen, das übrig bleibende, die Blutkörperchen der gesammten Blutmenge enthaltende Drittheil mit der genügenden Menge gallensaurer Salze etwa 12—16 Stunden hindurch in der Kälte bis zur vollständigen Auflösung der Blutkörperchen behandelt. Nach vorsichtigem Neutralisiren mit Essigsäure und Versetzen mit verdünntem Alcohol, so lange als sich der entstehende Niederschlag noch leicht löste, erstarrte die Flüssigkeit beim Abkühlen auf 0° zu einem Krystallbrei. Die so erhaltenen Krystalle wurden gesammelt, durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigt.

farbstoff ihren Grund darin gehabt habe, dass das zur Verwendung gekommene Hämoglobin von einem Thiere einer andern Species stammte.

2. Es wurden daher am 23. 4. 67. demselben Hunde wiederum 40 C.C. einer in derselben Weise bereiteten Lösung von Hämoglobin aus Hundeblut[1]) unter die Haut gespritzt. Der von dem Hunde bis zum 24. Mittags 12 Uhr entleerte Urin war sauer, ohne Gallenfarbstoff, ohne Eiweiss. Um 1 Uhr Mittags alkalischer, rothbraun gefärbter, trüber Urin, spec. Gew. 1016, enthält keine Blutkörperchen, giebt keine Gallenfarbstoff-Reaction, lässt in der Siedhitze nach dem Ansäuern ein mässiges röthlich gefärbtes Coagulum fallen und zeigt bei der spectral-analytischen Untersuchung deutlich die Absorptionsstreifen des sauerstoffhaltigen Hämoglobin.

Am Abend des 24. gelassener Urin verhält sich genau ebenso. Der nach dem am Morgen des 25. und später entleerte in jeder Beziehung normal, namentlich ohne Gallenfarbstoff.

Der lang andauernde Uebergang vom Hämoglobin in den Urin, welcher in diesen beiden Fällen beobachtet wurde, beweist mit Sicherheit, dass hier im Blute zeitweise relativ grosse Mengen von freiem, d. h. nicht in Blutkörperchen enthaltenen Hämoglobin angehäuft waren, grössere Mengen, als überhaupt noch zersetzt werden konnten; und dennoch enthielt der Urin weder gleichzeitig mit dem Blutfarbstoff noch kurz vor dem Beginn oder gleich nach dem Aufhören der Hämoglobin-Ausscheidung Gallenfarbstoff.

Bei Injection geringerer Mengen von Blutfarbstofflösung unter die Haut von grösseren Hunden wurde ein solches Uebergehen desselben in den Urin nicht beobachtet. Zweimal wurde von im Ganzen 8 Fällen eine wenig ausgesprochene (undeutliche) Gallenfarbstoff-Reaction erhalten; indessen betrafen diese beiden Fälle einen Hund, in dessen Urin auch ohnehin oft Gallenfarbstoff nachweisbar war.

---

1) Das Hämoglobin wurde aus dem Hundeblut in derselben Weise wie aus dem Pferdeblute dargestellt; nur ist beim Hundeblute ein Absetzen der Blutkörperchen nicht zu erreichen; man muss daher das gesammte defibrinirte Blut in Arbeit nehmen.

b. Subcutane Application von Blut nach Auflösung der rothen Blutkörperchen.

3. Einem mittelgrossen schwarzen Kaninchen werden am 21. März 68. 10 C.C. Blut aus der Art. cruralis dextra entzogen. Nach Auflösung der rothen Blutkörperchen durch zweimaliges Gefrieren[1]) wird die Masse an mehreren Stellen dem Kaninchen unter die Haut gespritzt.

Sowohl der zuerst nach der Operation am andern Morgen, als auch der später entleerte Urin enthält Spuren von Eiweiss, keinen Blutfarbstoff, keinen Gallenfarbstoff.

4. Einem starken schwarzen Kaninchen werden am 6. 4. 68. 5 C.C. Blut aus der A. cruralis entzogen, die Blutkörperchen durch Gefrieren gelöst, die Lösung unter die Haut gespritzt.

Der 3 Stunden nach der Operation, ebenso wie der am Morgen des 7. und später entleerte Urin frei von Eiweiss und Gallenfarbstoff.

5. Einem kleinen Kaninchen werden beim Verbluten aus der Carotis 20 C.C. Blut entzogen. Die ganze Menge nach Auflösung der Blutkörperchen durch Gefrieren einem ebenso grossen Kaninchen (von demselben Wurf) an vier verschiedenen Stellen unter die Haut gespritzt.

Während der vor der Operation gelassene Urin eine undeutliche Gallenfarbstoff Reaction zeigte, ist der sowohl in der folgenden Nacht, als auch am Mittage des 26. entleerte Urin frei von Gallenfarbstoff.

Die Resultate dieser Versuche zeigen, dass Blutfarbstoff, wenn er vom Unterhautzellgewebe aus ins Blut aufgenommen wird, in keiner Weise zum Auftreten von Gallenfarbstoff im Urin zur Veranlassung wird, auch dann nicht, wenn, wie im Versuch 1 und 2, das Blut der Versuchsthiere in der Weise mit freiem Hämoglobin überladen war, dass eine Ausscheidung des letzteren mit dem Urine Statt hatte. Auch im Versuch 5 war die Menge des ins Blut eingeführten freien Hämoglobin jedenfalls eine relativ sehr bedeutende, da dem betreffenden Kaninchen sämmtliches Blut eines gleich grossen (nach Auflösung der Blutkörperchen) applicirt war.

---

1) Dass in der That die Blutkörperchen vollständig aufgelöst waren, wurde hier wie in allen nachfolgenden Untersuchungen durch die mikroskopische Untersuchung dargethan.

Immerhin sind diese Versuche nicht beweisend dafür, dass nicht das Hämoglobin, wenn es durch Auflösung der im Blute kreisenden Blutkörperchen innerhalb der Blutbahn selbst ins Serum übergeführt wird, eine andersartige Zersetzung erleide und zur Bildung von Gallenfarbstoff Veranlassung gäbe.

Ausgehend von einem Falle von Salzsäurevergiftung, welchen ich im Frühjahr 1867 als Assistent an der Frerichs'schen Klinik zu beobachten Gelegenheit hatte, in dem einige Stunden nach der Vergiftung eine nicht unerhebliche Ausscheidung von Hämoglobin (ohne Gegenwart von Blutkörperchen) im Urine beobachtet war[1]), wurde bei Thieren eine Auflösung der Blutkörperchen durch Injection von Salzsäure in den Magen zu erreichen gesucht.

Alle hierauf gerichteten Bemühungen erwiesen sich indessen als erfolglos.

Kaninchen und Hunden wurde, letzteren wegen des leicht eintretenden Erbrechens mit nachfolgender Unterbindung des Oesophagus, Salzsäure in allen nur möglichen Concentrationsgraden, von der stärksten Säure bis zur kaum sauer schmeckenden Verdünnung, in den Magen injicirt. Häufig, namentlich stets bei Anwendung concentrirter Säure, wurde Eiweiss, niemals Blutfarbstoff im Urin gefunden (stets spectroskopisch untersucht).

In einem Falle enthielt der Urin nicht unerhebliche Mengen von Zucker.

6. Einem kleinen schwarzen Wachtelhund werden am 7. 10. 67. 5 C. C. concentrirter (roher) Salzsäure auf 100 C. C. verdünnt mittelst der Schlundsonde in den Magen gespritzt; darnach der Oesophagus unterbunden.

Während der folgenden Nacht 150 C. C. stark sauren Urins entleert, 1030 spec. Gew., enthält ziemlich viel Eiweiss, blasse mit dunklen (Fett-) Körnchen besetzte Cylinder und zahlreiche schön ausgebildete Krystalle von oxalsaurem Kalk. Kein Gallenfarbstoff. Nach dem

---

1) Es verlief dieser Fall von Salzsäurevergiftung übrigens durchaus unter dem Bilde einer wenig intensiven Gastritis. Schon im Verlauf von 48 Stunden war das Befinden des Kranken vollkommen zur Norm zurückgekehrt.

Enteiweissen reichliche Reduction des Kupferoxyd in alkalischer Lösung. Quantitativ (mittelst Fehling'scher Lösung titrirt) 1% Zucker.

Am Mittag des 8. 10. 50 C. C. gelassen, genau ebenso.

9. 10. Morgens 100 C.C., ziemlich viel Eiweiss, Spuren von Zucker. Mittags erfolgte der Tod.

Section. Magenschleimhaut überall stark ödematös. Epithelien der Labdrüsen stark verfettet. In der Gegend des Pylorus Schleimhaut an mehreren Stellen schwarz, brandig, kein Substanzverlust. Im Darmkanal reichlicher blutig gefärbter Inhalt. Die Leberzellen, eben so die Epithelien in den gewundenen Harnkanälchen an einzelnen Stellen stark verfettet.

Es schliesst sich diese Beobachtung, was das Auftreten von Zucker im Harne anlangt, den Erfahrungen von Pavy[1]) und Goltz[2]) an. Dieselben beobachteten das Auftreten derselben Erscheinung nach Injection von Phosphorsäure resp. Milchsäure in die Venen oder in den Magen von Thieren.

Da durch Anwendung der Salzsäure der angestrebte Zweck nicht erreicht worden war, wurde in gleicher Absicht die Arsenwasserstoffsäure versucht.

Vogel[3]) sah schon vor Jahren in einem Falle von Arsenwasserstoff-Vergiftung beim Menschen reichliche Mengen von Blutfarbstoff im Urine auftreten, ohne dass Blutkörperchen in demselben nachweisbar waren. Es gelang ihm, dieselbe Erscheinung bei einem Hunde zu beobachten, den er Arsenwasserstoff hatte einathmen lassen.

7. Männlicher Wachtelhund athmete am 23. 10. 67. 1½ Stunden lang ein Gemisch von Arsenwasserstoffgas mit viel Wasserstoffgas[4]) und atmosphärischer Luft ein. Er befand sich hiernach vollkommen wohl.

---

1) Untersuchungen über Diab. mellitus übersetzt von Langenbeck: Göttingen 1864.

2) Centralblatt für die med. Wissenschaften 1867.

3) Archiv des Vereins für gemeinschaftliche Arbeiten. Bd. I. — Neubauer und Vogel, Anleitung zur Harnanalyse.

4) Man erhält bekanntlich ein solches Gemisch, wenn man in einer gesättigten Lösung von As O^3 aus Zink und Schwefelsäure Wasserstoff entwickelt. Dieses Gasgemisch wurde durch ein im Boden befindliches Loch in einen Kasten geleitet, in welchem das betreffende Thier sich ungefesselt befand und welcher durch einen Deckel nur so

Bis zum Mittag des folgenden Tages entleerte er 400 C. C. eines vollkommen wie lackfarbenes Blut aussehenden Urines. Derselbe enthält ein Sediment von Tripelphosphaten, keine Spur von Blutkörperchen, ist stark alkalisch, gesteht beim Kochen zu einem dunkelbraunen Coagulum. Nach dem Enteiweissen keine Gallenfarbstoff-Reaction; noch in 20facher Verdünnung zeigt der Urin äusserst evident die Absorptionsstreifen des sauerstoffhaltigen Hämoglobin, schwach den des Hämatin.

Der Hund ist übrigens sehr hinfällig, Haut kühl, Conjunctiva und Schleimhäute blass, verweigert die Nahrung. Um 3 Uhr Nachmittag 100 C.C. Urin, genau ebenso. — Schwäche des Thieres nimmt zu. Temperatur im Rectum 24° C., doch vollkommen bei Bewusstsein. 5 Uhr kein Bewusstsein mehr; 6 Uhr todt. Im Moment des Todes gemessen 23° im Rectum.

Section. Unter dem Endocardium des linken Ventrikels zwei stecknadelkopfgrosse Ecchymosen.

Die Nieren zeigen ein sehr auffälliges Verhalten. Die Oberfläche derselben ist durch zahlreiche bis hirsekorngrosse blauschwarze Flecke auffallend bunt. Auf Schnitten durch die Substanz an solchen Stellen findet sich, dass diese Flecken bedingt sind durch zahlreiche Heerde von entsprechender Grösse und Farbe. Dieselben sind am zahlreichsten in den oberflächlichen Partien der Rindensubstanz und zeigen hier deutliche Keilform, mit der Basis gegen die Oberfläche des Organs gerichtet.

Die mikroskopische Untersuchung ergiebt: an den Stellen dieser hämorrhagischen Heerde sind die gewundenen Kanälchen vollständig erfüllt von massenhaften roth gefärbten Krystallen von dem Aussehen der Krystalle des Hunde-Hämoglobins. Blutkörperchen sind in den Harnkanälchen nirgends zu entdecken.

Die Harnblase mit Urin, welcher ganz die Beschaffenheit des letztentleerten zeigt, erfüllt. Ihre Schleimhaut ebenso wie die der Ureteren und Nierenbecken vollkommen normal.

Auch die übrigen Organe zeigten ausser grosser Anämie nichts abnormes. Erhebliche Verfettung der Parenchymzellen der drüsigen Organe oder der Muskeln nicht nachweisbar.

Es erinnert dieser Fall, was die krystallinische Ausscheidung von Hämoglobin in den gewundenen Kanälchen der Niere anbelangt, an eine gleiche von Hoppe nach Injection von cholsaurem Natron in die Jugularvene eines Hundes gemachte Beobachtung.

---

weit geschlossen war, dass noch ein reichlicher Zutritt von atmosphärischer Luft statthaben konnte. Es enthielt demnach die von dem Thiere auf diese Weise eingeathmete Luft nur ausserordentlich wenig Arsenwasserstoff.

8. Kräftiges weisses Kaninchen athmet am 26. 10. 67. ½ Stunde hindurch jenes Gemisch von Wasserstoff und Arsenwasserstoff im Kasten ein. Am andern Morgen wird dasselbe todt im Käfig gefunden. Während der Nacht entleert 70 C.C. wie lackfarbenes Blut aussehenden Urins; sehr stark alkalisch, enthält ein reichliches Sediment von Tripelphosphaten und zahlreichen grünen Kügelchen, dieselben sind erheblich kleiner wie Blutkörperchen; mit Salpetersäure giebt das Sediment keine Gallenfarbstoff-Reaction.

Der Urin zeigt auch nach starker Verdünnung deutlich die Absorptionsstreifen des Hämoglobin, nicht den des Hämatin. Nach dem Enteiweissen keine Spur von Gallenfarbstoff-Reaction.

Section. In der Blase viel Urin von genau derselben Beschaffenheit. Schleimhaut der Blase, der Ureteren und Nierenbecken normal. Die Nieren zeigen makroskopisch denselben Befund wie beim Hunde unter No. 7. Mikroskopisch zeigen sich an den betreffenden Stellen die Harnkanälchen erfüllt von jenen grünen Kügelchen. An einzelnen Stellen kann man mit Sicherheit erkennen, dass dieselben eigenthümlich veränderte Blutkörperchen darstellen. Man sieht hier alle Uebergänge von einzelnen noch als solchen zu erkennenden Blutkörperchen zu eben diesen Kügelchen.

Alle übrigen Organe sehr anämisch, sonst auch bei mikroskopischer Untersuchung vollkommen normal.

9. Starkes graues Kaninchen athmet am 28. 10. 67. Morgens 11½—11¾ Uhr Arsenwasserstoff im Kasten ein. Temperatur im Mastdarm vor dem Versuche 39,2. Darnach vollständig wohl, frisst und läuft umher.

Um 3¾ Uhr werden 10 C.C. eines trüben alkalischen schwach hämoglobinhaltigen (spectroskopisch) Urines entleert. Blutkörperchen, auch jene grünen Kügelchen, fehlen in demselben vollständig. Gallenfarbstoff-Reaction giebt vollkommen negatives Resultat. Temperatur im Rectum 39,3.

Am andern Morgen todt im Käfig. Während der Nacht entleert 50 C.C. wie lackfarbenes Blut aussehenden Urines, vollkommen wie der vorige. Keine Gallenfarbstoff-Reaction.

Section. In der rechten Niere einige jener hämorrhagischen Heerde. Mikroskopisch ganz wie die bei No 8.

In derselben Weise wurde der Versuch noch an mehreren Kaninchen bei allen mit tödtlichem Ausgang und mit im Wesentlichen gleichen Resultaten angestellt. Gallenfarbstoff wurde in keinem Falle neben dem Blutfarbstoff beobachtet.

10 Grosser weisser Pudel athmet am 30. 10. Mittags 25 Minuten hindurch Arsenwasserstoffgas in der gewöhnlichen Weise im Kasten ein. Der erste Urin wird hiernach am 31. 10. Mittags entleert. Derselbe ist fast schwarz, unmittelbar nach dem Entleeren stark

alkalisch. Er enthält haufenweis zusammengeballt jene grünen Kügelchen, viel Hämoglobin[1]). Beim Erhitzen nach schwachem Ansäuern sehr starkes rothbraunes Coagulum. Nach dem Enteiweissen deutliche Gallenfarbstoff-Reaction. Trotzdem, dass bis zum Mittag des folgenden Tages noch 650 C.C. sich ganz gleich verhaltenden Urins (sehr stark Blutfarbstoffhaltig) entleert wurden, befand sich der Hund im Uebrigen vollkommen wohl, frass, lief umher ohne jedes Zeichen von Kranksein. Die Körpertemperatur und Pulsfrequenz zeigte vollkommen normales Verhalten.

Am 1. 11. Nachmittags 100 C.C. Urin entleert von neutraler Reaction, zeigt neben den Linien des sauerstoffhaltigen Hämoglobins die des Hämatin. In dem enteiweissten Urin fortgesetzt intensive Gallenfarbstoff-Reaction.

Am 2. 11. Urin sauer, wie Lehmwasser, giebt noch ein dunkelbraun gefärbtes Eiweisscoagulum, lässt spectrisch weder Hämoglobin noch Hämatin erkennen, enthält viel Gallenfarbstoff.

Vom 3. ab verhielt sich der Urin vollkommen normal, nur nahm die Gallenfarbstoff-Reaction an Intensität keineswegs ab, sondern dieselbe wurde noch Wochen hindurch und so lange der Hund überhaupt beobachtet ward, dauernd in gleicher Deutlichkeit erhalten, obgleich ein Icterus der Conjunctiva ebensowenig wie gallenarme Stuhlgänge beobachtet wurden.

Es liegt also die Annahme nahe, dass der Urin dieses Hundes, dessen Untersuchung vor der Einathmung des Arsenwasserstoff leider versäumt war, Gallenfarbstoff als normalen Bestandtheil enthielt, und es kann demnach das Auftreten dieser Substanz im Urine hier keineswegs auf die vorgängige Auflösung der rothen Blutkörperchen zurückgeführt werden.

Es gelingt nun übrigens in gleicher Weise eine Ausscheidung von Blutfarbstoff mit dem Urine bei Thieren zu erzeugen, wenn man denselben Arsenzink in den Magen bringt. Offenbar wird hier unter dem Einfluss der im Magen vorfindlichen Säure (Salzsäure?) aus dem eingeführten Arsenzink Arsenwasserstoff entwickelt; das so gebildete Gas gelangt von hier aus in die Blutbahn und bringt dieselben Erscheinungen wie nach Einathmen durch die Lungen zuwege.

Es wurde in den folgenden Versuchen dieser Applicationsmodus vorgezogen, weil trotz der sehr wechselvollen Zusammen-

1) Anwesenheit oder Abwesenheit dieser Substanz ist in allen Fällen, wo sich entsprechende Angaben finden, durch spectroskopische Untersuchung constatirt.

setzung des genannten Präparates es auf diesem Wege mit grösserer Sicherheit gelingt, leichtere, d. h. nicht oder weniger schnell tödtlich verlaufende Fälle von Arsenwasserstoffgas-Vergiftung zu erzeugen.

11. Einem kräftigen Kaninchen werden am 25. 11. Mittags 12 Uhr 0,1 Gramm Arsenzink in Pillen von Semmelkrume in den Magen gebracht. Temperatur vor dem Versuche 39,3.

Der um 4 Uhr abgedrückte Urin in jeder Beziehung normal.

26. 11. während der Nacht entleert etwa 20 C.C. schwach alkalischen, viel Hämoglobin, keine Blutkörperchen enthaltenden Urins, keine Gallenfarbstoff-Reaction.

Um 2 Uhr Nachmittag 50 C.C, neutral, enthält neben Hämoglobin auch Hämatin, keine Gallenfarbstoff-Reaction. Temperatur im Rectum 39,4.

27. 11. Morgens todt im Käfig.

Der in der Blase enthaltene Urin frei von Blutfarbstoff, sauer, ohne Gallenfarbstoff, mit Spuren von Eiweiss.

Section. Der Magen zeigt im Pylorustheil an mehreren Stellen kleine frische Ulcerationen. Die Leber zeigt ziemlich starke Verfettung der Parenchymzellen, die übrigen Organe zeigen nichts Abnormes.

12. Kräftiges gelbes Kaninchen erhält am 27. 11. Abends 5 Uhr ganz geringe Mengen Arsenzink in einer Brodpille. Am andern Morgen todt. Während der Nacht gelassener Urin ganz wie unter 8. Kein Gallenfarbstoff nach dem Enteiweissen.

Section. Ganz derselbe Befund wie unter 11.

13. Ein sehr starkes graues Kaninchen erhält am 29. 10. 67. Abends 5 Uhr 0,02 Grm. Arsenzink.

30. Morgens mit dem Katheter entleert: stark Hämoglobin haltiger Urin wie unter No. 8, ohne Gallenfarbstoff nach dem Enteiweissen. Der 4 Uhr Abends auf dieselbe Weise entleerte Urin enthält weder Hämoglobin noch Hämatin, lässt beim Erhitzen nach der Ansäuerung ein spärliches dunkelbraunroth gefärbtes Coagulum fallen. Giebt weder beim directen Hinzufügen der unreinen Salpetersäure, noch nach dem Enteiweissen eine Gallenfarbstoff-Reaction.

31. 11. Der Urin enthält noch eine Spur von Eiweiss. Gallenfarbstoff-Reaction vollkommen negatives Resultat.

1. 12. Genau ebenso.

Später erholte sich das Kaninchen vollkommen, es wurde ihm dieselbe Dosis Arsenzink nochmals mit genau demselben Resultate verabfolgt. Auch diesmal war weder zur Zeit der Hämoglobinausscheidung noch unmittelbar nach dem Aufhören derselben Gallenfarbstoff im Urine nachweisbar.

14. Kleiner Affenpinscher von 2½ Kilo Gewicht (ein sehr zartes Thier) erhielt am 25. 11. Nachmittags 4 Uhr 1 Gramm Arsenzink mit Wurst.

26. 11. Während der Nacht entleert 460 C. C. eines vollkommen blutgleichen Urines, stark alkalisch, ohne Blutkörperchen. Neben dem Streifen des sauerstoffhaltigen Hämoglobin schwacher Hämatinstreif. Nach dem Enteiweissen eine undeutliche Gallenfarbstoff-Reaction. Hund sehr anämisch, im Uebrigen ziemlich wohl, sehr bissig.

27. 11. 100 C.C. Urin, wie gestern. Deutlich Hämoglobin und Hämatin, nach dem Enteiweissen keinen Gallenfarbstoff.

4 Uhr Nachmittag sind noch Spuren von Blutfarbstoff und Eiweiss, keine Spur von Gallenfarbstoff.

28. 11. Genau wie gestern.

Vom 29. 11. ab wurde der Urin vollkommen normal. Erst später (nach etwa 14 Tagen) zeigte er hin und wieder Spuren von Gallenfarbstoff.

15. Grosses graues Kaninchen.

19. 11. 2 Uhr Nachmittags 0,06 Gramm Arsenzink fein pulverisirt in Emulsion in den Magen gespritzt.

20. 11. Während der Nacht entleerter Urin viel Hämoglobin, keine Blutkörperchen, alkalisch.

Um 12 Uhr Mittags abgedrückt enthält noch ziemlich viel Hämoglobin, keinen Gallenfarbstoff.

Um 5 Uhr Nachmittags abgedrückt nur noch Spuren von Hämoglobin, kein Gallenfarbstoff, weder direct noch nach dem Enteiweissen.

21. 11. Der während der Nacht entleerte Urin genau ebenso.

Um 11 Uhr Mittags abgedrückter Urin kein Hämoglobin, kein Gallenfarbstoff. Thier befindet sich ganz wohl.

16. Grosse Bulldogge, deren Urin häufig bei vollkommen normalem Befinden deutliche Gallenfarbstoff-Reaction zeigte, erhielt an einem Tage, an welchem der Urin frei von diesem Bestandtheile war (21. 11. 2 Uhr Nachmittags), 1 Gramm Arsenzink, desselben Präparates, welches sich in vielen Fällen als wirksam bewährt hatte.

Um 5 Uhr Nachmittags entleerter Urin vollkommen normal.

22. 1. 500 C. C., sauer, wenig Eiweiss, keine Spuren von Gallenfarbstoff.

17. Kräftiges graues Kaninchen erhält am 6. 11. 0,06 Gramm Arsenzink (wirksames Präparat) in Emulsion in den Magen gespritzt.

7. 11. 11 Uhr Mittags Urin abgedrückt, stark sauer, viel Eiweiss, kein Gallenfarbstoff, kein Hämoglobin. — 3 Uhr abgedrückt, genau ebenso.

8. 11. Noch wenig Eiweiss, kein Gallenfarbstoff.

18. Starkes graues Kaninchen erhält am 23. 11. 0,12 Grm. Arsenzink (wirksames Präparat) in Brodpillen.

24. 11. Während der Nacht gelassener Urin trübe, grünbraun, enthält ziemlich viel Eiweiss, keinen Blutfarbstoff, keinen Gallenfarbstoff.

25. 11. Todt im Käfig. Urin aus der Blase genau wie gestern. Kein Gallenfarbstoff.

Section. In der portio pylorica zahlreiche Anätzungen. Leber stark verfettet, andern Organe normal.

Dass die in den meisten der vorstehenden Versuche beobachtete Hämoglobin-Ausscheidung nicht etwa als eine einfache Hämaturie anzusehen sei, liegt auf der Hand. Dass das meist vollständige Fehlen der Blutkörperchen in den betreffenden Urinen etwa durch eine erst in letzteren selbst vor sich gehende Auflösung jener bedingt werde, ist eine Annahme, deren vollständige Unzulässigkeit durch Versuch 7 erwiesen wird. Hier wurden bereits in den Harnkanälchen krystallinische Ausscheidungen von Hämoglobin angetroffen.

In einzelnen Fällen traten im Urine allerdings auch veränderte, wie es schien, in der Auflösung begriffene Blutkörperchen auf. Versuch 8 und 9 zeigt, dass hier nicht etwa eine Auflösung intakt ausgeschiedener Blutkörperchen im Urine vorlag, sondern dass dieselben bereits in diesem Zustande in der Niere ausgeschieden wurden.

Wir dürfen das Auftreten dieser Hämoglobin-Ausscheidungen wohl als ein Zeichen ansehen, dass das Arsenwasserstoffgas, in den Lungen oder vom Darme aus ins Blut aufgenommen, die Fähigkeit, die Blutkörperchen aufzulösen, und zwar in hohem Grade, besitzt.

Leitet man indessen einen Strom mit Wasserstoff gemischten oder auch reinen (aus Arsenzink dargestellten) Arsenwasserstoffgases durch Blut bei gewöhnlicher oder bei bis auf 35° C. gesteigerter Temperatur, so nimmt das Blut zwar bald eine eigenthümliche schmierige Farbe an, doch kann man noch nach mehr als $^1/_2$ stündigem Durchleiten die Blutkörperchen noch viele Tage lang wohl erhalten erkennen. Leitet man aber durch Blut, welches selbst nur kurze Zeit (5 Min.) mit Arsenwasserstoffgas behandelt worden ist, unmittelbar hinterher Sauerstoff oder atmosphärische Luft, oder behandelt man Blut mit einem Gemisch von Arsenwasserstoffgas und atmosphärischer

Luft, so findet man nach etwa 12 Stunden sämmtliche Blutkörperchen aufgelöst; die alkalische Reaction des Blutes nimmt dabei keineswegs an Intensität ab.

Es ist also an der Fähigkeit des Arsenwasserstoffgases, bei Gegenwart von Sauerstoff die Blutkörperchen aufzulösen, nicht zu zweifeln. Ob hierbei etwa die Bildung von Arsensäure oder arseniger Säure aus dem Arsenwasserstoff in Frage kommt, mag dahingestellt sein. Die bleibende Alkalität des betreffenden Blutes scheint nicht für eine solche Annahme zu sprechen.

Die Erscheinungen, wie sie sich aus den angestellten Versuchen als Folge einer ohne irgend welche erheblichen complicirenden Einwirkungen stattgehabten Auflösung der Blutkörperchen ergeben, zeigen manches Auffallende.

Die Thatsachen, welche in Bezug zu der Frage vom hämatogenen Icterus stehen, widersprechen den bisherigen Ansichten aufs Entschiedenste: in keinem Falle konnte als Folge der Auflösung der Blutkörperchen eine Ausscheidung von Gallenfarbstoff nachgewiesen werden. Das Resultat war stets das gleiche negative, mochte die Auflösung der Blutkörperchen eine höchst umfangreiche, zu massenhaften Ausscheidungen von Hämoglobin Veranlassung gebende, mochte dieselbe eine so geringfügige sein, dass sie das Befinden der Thiere in keiner erheblichen Weise störte und nur eine vorübergehende Ausscheidung von Hämoglobin oder auch nur eine solche von Eiweiss bewirkte.

Namentlich die Fälle letzterer Art scheinen beweiskräftig, da hier einmal keine Störung des Allgemeinbefindens die Resultate der Experimente beeinträchtigte, andererseits der Nachweis der Gallenfarbstoffe durch die Gmelin'sche Reaction nicht durch die Gegenwart erheblicher Mengen von Blutfarbstoff erschwert war.

Aber auch abgesehen von diesen hier besonders in Betracht kommenden Thatsachen sind die Resultate jener Versuche nicht ohne Interesse. Sie beweisen, dass die Auflösung der Blutkörperchen selbst im grössern Umfange kein für das Leben der Thiere erheblicher gefährlicher Process ist (Versuch 10. 14).

Die Auflösung der Blutkörperchen und die Ausscheidung des im Serum gelösten Hämoglobin wirkt, wie es scheint, lediglich nach Art eines Blutverlustes und führt demnach, wenn sie eine gewisse Grenze überschreitet, allerdings zum Tode des Thieres. Derselbe tritt dann ganz unter dem Bilde einer Verblutung ein (Versuch 7). Wirkt indessen nicht unmittelbar die Massenhaftigkeit der Hämoglobinausscheidung tödtlich, so hinterbleiben ausser einer der Grösse des Blutverlustes entsprechenden Anämie keine besonderen Störungen, und selbst die so empfindlichen Kaninchen pflegen den Process dann meist zu überstehen (Versuch 13. 15. 16. 17). Bei Hunden ist natürlich die Resistenz eine viel grössere.

Symptome, welche als Zeichen einer Ueberladung des Blutes mit schädlichen Stoffen („den Zersetzungsproducten der Blutkörperchen") angesehen werden konnten, wurden nirgends beobachtet[1]).

Von einer Aehnlichkeit des Krankheitsbildes mit Phosphorvergiftung und ähnlichen Vergiftungsprocessen, deren Wesen man in einer Auflösung der Blutkörperchen durch die betreffenden Gifte suchen zu müssen glaubte, ist keine Rede.

Irgend erhebliche Blutungen, abgesehen von der Hämoglobin-Ausscheidung durch die Nieren, allgemeine Verfettung der drüsigen und muskulösen Organe, wurden in keinem Falle beobachtet. Die in mehreren der beschriebenen Versuche nach Einführung von Arsenzink in den Magen ausschliesslich in der

---

1) Bei der weiteren Untersuchung des Urines, welche bei den mit Arsenwasserstoff vergifteten Hunden unter Anwendung aller bekannten Methoden vorgenommen wurde, konnten abnorme Bestandtheile irgend welcher Art nicht nachgewiesen werden. Nur wurde mehrmals aus dem durch Phosphorwolframsauren Natron erzeugten Niederschlage eine, wie es scheint, im normalen Urine der Hunde nicht vorfindliche Base erhalten. Die Menge der vorläufig erhaltenen Substanz ist indessen zur genaueren Bestimmung derselben nicht ausreichend.

Möglich ist es, dass die Gegenwart dieser Base im Urine die starke Alkalität desselben in solchen Fällen bedingt. Eine irgend erhebliche Vermehrung des Ammoniakgehaltes besteht wenigstens, wie die nach Neubauer ausgeführte Untersuchung frisch gelassenen Urines bewies, nicht.

Leber beobachtete Verfettung der Parenchymzellen kann jedenfalls nicht als Folge der Auflösung der Blutkörperchen angesehen werden.

Die Wirkung der Gallensäure, des Aethers, Chloroforms u. s. w. ist jedenfalls eine viel complicirtere und beruht nicht allein auf der Auflösung der Blutkörperchen durch jene Substanzen[1]). Die einzigen vollkommenen Analogien mit den hier beobachteten würden jene Fälle von Hämoglobin-Ausscheidung (nicht Hämaturie) nach Säureeinnahme bilden. Auch die Fälle von Auftreten äusserst stark Blutfarbstoffhaltigen, doch keine Blutkörperchen enthaltenden Urines bei Typhuskranken scheinen sich hier anzureihen[2]).

---

1) Bei Versuchen mit Schwefelwasserstoff (Injection von Schwefelwasserstoffwasser oder Einbringung von Schwefeleisen in den Magen) und mit Phosphorwasserstoff (Einbringung von Phosphorcalcium in den Magen) konnte ich ebensowenig wie die früheren mit diesen Substanzen experimentirenden Forscher Hämoglobin-Ausscheidung im Urin als Folge jenes Eingriffes nachweisen. Wenigstens steht ein Fall bei einem Kaninchen, bei welchem ich allerdings 24 Stunden nach Einführung von 2 Grm. Schwefeleisen in den Magen sehr geringen Hämoglobingehalt des Urines (ohne Blutkörperchen) beobachtete, den vielen negativen Ergebnissen gegenüber zu vereinzelt da, um hieraus sichere Schlüsse zu ziehen.

2) Vogel beobachtete derartige Fälle schon vor längerer Zeit (l. c.). Ich selbst hatte früher als Assistent der Frerichs'schen Klinik zweimal Gelegenheit, in Fällen von schwerem Abdominaltyphus (durch die Section als solche constatirt) ähnliches zu sehen. In diesen Fällen, die beide junge kräftige Mädchen betrafen, nahm der Urin plötzlich 2 Tage vor dem Tode, am 9. resp. 14. Tage der Krankheit, eine Beschaffenheit an, die an der Gegenwart von Blutfarbstoff kaum zweifeln liess, vollkommen dunkelrothes blutartiges Aussehen, beim Kochen massenhaftes dunkel braunrothes Coagulum, dabei waren Blutkörperchen in dem übrigens sauren Urin nicht nachweislich, doch enthielt der Urin zahlreiche Cylinder, die mit dunkelbraunen Körnchen besetzt waren. Bei der Section wurden in beiden Fällen in den Nieren und den Harnwegen besondere Abnormitäten nicht gefunden.

Der Nachweis des Hämoglobins durch sein Verhalten im Spectrum und also die objective Sicherstellung des Befundes hat leider in diesen Fällen, ebenso wie in den von Vogel beobachteten und in den Fällen der Hämoglobin-Ausscheidung bei Säurevergiftung, nicht Statt gehabt.

In wie weit die beim Rindviehe nach schlechtem Weide-futter hier und da auftretende Ausscheidung von Blutfarbstoff hierher gehört, müssen andere Versuche lehren. Den Angaben der Thierärzte zu Folge sollen in solchen Fällen trotz stark blutiger Färbung des Urins, Blutkörperchen in demselben nicht vorhanden sein. Bestätigt sich dies, so liegt der Gedanke nahe, dass in der That eine sich aus dem Futter im Darme entwickelnde, dem Arsenwasserstoff ähnlich wirkende Substanz der Grund dieses übrigens keineswegs sehr gefürchteten Leidens jener Thiere sei.

In neuester Zeit hat Kühne Mittheilung von Versuchen gemacht, welche bei der Erörterung der hier vorliegenden Frage nicht ohne Berücksichtigung bleiben dürfen. Man entzieht, so sagt der genannte Forscher[1]), einem Kaninchen einige C. C. Blut aus irgend einer Vene, lässt dasselbe in einer Platinschale einige Male rasch gefrieren und wieder aufthauen, wodurch alle Blutkörperchen aufgelöst werden unter Bildung einer gleichmässig rothen lackfarbenen Flüssigkeit, und spritzt dieses Blut nach der Trennung vom Fibrin langsam wieder in die Vene ein. Man erhält hiernach ausnahmslos einen icterischen Urin u. s. w.

19. Grosses weisses gut genährtes Kaninchen. Am 13. 3. Mittags 1 Uhr operirt. Es werden demselben 2 C.C. Blut aus der Art. cruralis sin. entzogen, sofort defibrinirt. Die Blutkörperchen durch zweimaliges Gefrieren und Aufthauen gelöst[2]). Die Flüssigkeit filtrirt und in die Vena jugul. sin. äusserst langsam tropfenweise eingespritzt. Für Vermeidung von Luftinjection wird gesorgt. Die Einspritzung geht ohne jeden Unfall von Statten. Unmittelbar nach Beendigung derselben, ehe noch die Vene unterbunden, plötzlich Cyanose der Lippen, zwei Inspirationen unter Anstrengung aller inspiratorischen Hülfsmuskeln, Tod.

Section sofort. Das Herz noch in unregelmässigen fibrillären Contractionen begriffen. Der linke Ventrikel vollkommen leer, der rechte (enthält keine Luft) sehr weit, vollständig erfüllt von einem

1) Lehrbuch der physiol. Chemie. pag. 89.

2) Die thatsächlich stattgehabte Auflösung der Blutkörperchen wurde hier wie in allen späteren Experimenten durch mikroskopische Untersuchung nachgewiesen.

frischen festen, zwischen die Trabekeln verfilzten Gerinnsel; der Thrombus setzt sich einerseits in die Art. pulmonalis bis zu deren feinsten Verzweigungen, andererseits in die vena jugularis sin. bis fast zur Injectionsstelle fort, während die jugularis dextra, ebenso wie die andern Körpervenen, mit flüssigem Blute erfüllt ist.

20. 14. 3. Grosses graues Kaninchen. Das Verfahren, betreffend die Entziehung und Injection des Blutes, die Auflösung der Blutkörperchen, genau ebenso. Das Blut wurde ausserdem vor der Injection auf 30° C. erwärmt. Genau in demselben Momente, wie bei 19, Tod unter denselben Erscheinungen.

Die Section (das Herz wird noch zuckend eröffnet) giebt genau dieselben Resultate. Im rechten Ventrikel keine Luftbläschen.

21. 18. 3. Starkes weisses Kaninchen, 2 C.C. Blut unter Einhaltung genau desselben Verfahrens aus der Art. und Vena cruralis entzogen und nach Lösung der Blutkörperchen eingespritzt.

Der Tod erfolgt genau in derselben Weise. Die Section sofort angestellt (Herz noch zuckend), ergiebt genau dasselbe Resultat, nur sind in Art. pulmonalis nur in den grösseren Aesten spärliche Gerinnsel nachweislich. Im rechten Ventrikel keine Luftbläschen.

22. 20. 3. Starkes weisses Kaninchen. 1½ C.C. Blut in derselben Weise entzogen, unter Beobachtung aller derselben Cautelen eingespritzt. So wie die ersten Spuren der beginnenden Dyspnoe sich zeigen, der Thorax eröffnet, so dass das Herz schon bei der letzten tiefen Inspiration geöffnet ist. Auch hier zeigt sich wieder (also intra vitam) der rechte Ventrikel bereits vollständig thrombosirt. Auch im Uebrigen ganz dasselbe Verhalten. Im rechten Herzen keine Luftblasen.

23. 1. 4. Kräftiges graues Kaninchen. Der Versuch mit 2 C. C. Blut unter denselben Cautelen angestellt (Einspritzung äusserst langsam), ergiebt genau dasselbe Resultat sowohl in Bezug auf die Todesart, als auch auf die Resultate der noch bei zuckendem Herzen vorgenommenen Section. Im rechten Herzen keine Luftblasen.

24. 7. 4. Kräftiges schwarzes Kaninchen. 1 C. C. Blut ganz wie gewöhnlich. Die Injection erfolgte nach der Uhr. Das Einspritzen des einen C. C. dauerte 2 Minuten. Das Resultat in jeder Beziehung das gewöhnliche.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen stehen in einem auffallenden Widerspruch zu der von Kühne gegebenen Schilderung des Erfolges, und doch sind sämmtliche Versuche genau in der von Kühne angegebenen Weise angestellt. Nur die der Injection vorhergehende Erwärmung des Blutes ist von ihm

(wohl als selbstverständlich vorausgesetzt) nicht ausdrücklich in der Beschreibung erwähnt. Der Unterschied des zur Injection benutzten Blutes (in Kühne's Versuchen aus der Vene, in den hier beschriebenen aus der Arterie entnommen) kann wohl kaum die Ursache der Differenz sein.

Es scheint, dass Kühne zu seinen Injectionsversuchen geringere Mengen Blut benutzte, als in der obigen Beschreibung des Versuches angegeben ist.

25. 11. 3. Schwarzes etwas mageres Kaninchen. 2 C. C. Blut in der gewöhnlichen Weise entzogen, behandelt und eingespritzt. Die Injection verunglückt, so dass höchstens der vierte Theil der Flüssigkeit (1/2 C. C.) in die Vene hinein gelangt. Nach der Injection keine bedrohlichen Erscheinungen.

Drei Stunden nacher 50 C. C. Urin. Enthält Blutfarbstoff, keine Blutkörperchen, keinen Gallenfarbstoff.

Am andern Morgen 20 C. C. entleert, ohne Blutfarbstoff, ohne Gallenfarbstoff.

26. 23. 3. Graues kräftiges Kaninchen. 1/2 C. C. Blut in der gewöhnlichen Weise entzogen, behandelt und eingespritzt. Keine bedrohlichen Erscheinungen.

Eine Stunde nach der Operation Urin durch den Katheter entleert, wenig Eiweiss, kein Blutfarbstoff, kein Gallenfarbstoff.

2 Stunden nachher ebenso. In dem am andern Morgen entleerten Spuren von Eiweiss, kein Gallenfarbstoff.

27. 25. 3. Kräftiges graues Kaninchen. 1/2 C. C. Blut wie gewöhnlich entzogen, behandelt, eingespritzt. Keine bedrohlichen Erscheinungen.

Eine Stunde nach der Operation entleerter Urin Spuren von Eiweiss, kein Gallenfarbstoff.

Zwei Stunden nachher genau ebenso. Der am andern Morgen entleerte Urin vollkommen normal.

Für die Frage vom hämatogenen Icterus sind selbstverständlich nur die drei letzterwähnten Versuche von Werth[1]).

In keinem derselben konnte eine deutliche Gallenfarbstoff-

---

1) Ein ähnlicher Versuch, Injection von Rinderblut, dessen Blutkorperchen durch Aether aufgelöst, in die Venen eines Kaninchen, wurde schon vor längerer Zeit von Huppert (l. c.) angestellt. Schur berichtet soeben (3. Hft. XXXI Bd. III. F. Henle und Pfeuffer's Archiv) über die Resultate einer gleichen Injection nach der Rollet-

Reaction nach der Operation beobachtet werden, auch nicht dort, wo das Auftreten von Blutfarbstoff im Urine die Anwesenheit einer mehr als reichlichen Quantität von Blutfarbstoff im Serum zeigte. In welcher Weise der Widerspruch, welcher zwischen den Resultaten auch der so modificirten Versuche und den Angaben Kühne's besteht, sich auflösen wird, muss dahin gestellt bleiben. Vorläufig dürfte eine weitere Discussion dieses Gegenstandes nicht erfolgreich sein, da Kühne eine genauere Beschreibung der von ihm (l. c.) erwähnten Versuche, so viel mir bekannt, nirgends gegeben.

Die Resultate der sub No. 19—25 beschriebenen Versuche scheinen keineswegs ohne Interesse. In allen diesen Versuchen wurde der Tod des Thieres durch eine offenbar während des Lebens eingetretene Gerinnung des Blutes im rechten Ventrikel und häufig auch in der Art. pulmonalis bewirkt. Als Ursache dieser Gerinnung ist zweifellos die in die Vena jugularis eingeführte Blutkörperchenlösung zu bezeichnen. Es gelingt mithin, in einem Gefäss auch im Leben Blutgerinnung zu erzeugen durch Einspritzung der genügenden Menge von Blut, dessen Blutkörperchen durch wiederholtes Gefrieren und Wiederaufthauen gelöst worden sind. Es liegt nahe, in dieser Beobachtung eine Bestätigung der von Alex. Schmidt[1]) in Bezug auf die Blutgerinnung geäusserten Ansicht zu sehen. Die Gerinnung findet, so lehrt dieser Forscher, im Blute während des Lebens deshalb nicht Statt, weil die in den Blutkörperchen enthaltene fibrinoplastische Substanz stets nur in sehr geringer Menge aus denselben in das Serum übertritt. Es sind eben, da die fibrinoplastische Substanz schnell zersetzt wird, im Serum nur die genügenden Mengen derselben vorhanden, um mit der fibrinogenen Substanz Fibrinausscheidung zu bilden.

---

schen Methode behufs Auflösung der rothen Blutkörperchen behandelten Blutes.

Beide Forscher sahen nach diesen Injectionen nur Blut-, nicht Gallenfarbstoff im Urine auftreten. Die Erörterung der Frage, worauf es beruht, dass von diesen Forschern jene Gerinnungserscheinungen in den Venen nicht beobachtet wurden, würde hier zu weit führen.

1) Dieses Archiv. 1861.

In jenen Versuchen werden plötzlich ins Blutserum grössere Mengen Blutkörperchenlösung und somit der fibrinoplastischen Substanz (sei diese nun das Hämoglobin selbst oder eine ihm fest anhaftende Substanz) gebracht, und die Folge ist sofortige Gerinnung des Blutes.

Es werden die weiteren Untersuchungen über diesen Gegenstand an einem anderen Orte vorgelegt werden. Hier sei noch ein Versuch angeführt, welcher sowohl das Entstehen jener Thromben während des Lebens evident beweist, als auch für die Frage vom hämatogenen Icterus nicht ohne Werth erscheint.

28. Einem starken scheckigen Kaninchen werden $2^1/_2$ C.C. Blut aus der Art. cruralis entzogen, wie gewöhnlich behandelt und in eine vena mesaraica eingespritzt.

Während die Thiere sonst die Laparotomie und sogar, wie sich später zeigen wird, die Enterotomie sehr gut vertragen, kam das Kaninchen nach der Operation nicht wieder zu sich. Es lag zu jeder Bewegung unfähig da, nur hin und wieder wurde eine leichte Bewegung des Kopfes bemerkbar.

Eine halbe Stunde nach der Operation traten leichte Krämpfe ein; es wurde die Vivisection des moribunden Thieres gemacht; das Abdomen zuerst geöffnet. Die Wurzeln der Pfortader durchweg im höchsten Grade mit Blut gefüllt, der Stamm der Vena portarum vollständig ausgefüllt von einem festen, nirgends adhärirenden Thrombus; derselbe setzt sich einerseits mit den feineren Verzweigungen der Pfortader in die Leber hinein, andererseits nur in den Ast derselben fort, durch welchen die Injection gemacht war, und auch in diesen nur auf eine kurze Strecke. Alle übrigen Organe sehr anämisch, sonst normal. Die grossen Gefässe, ebenso wie das noch pulsirende Herz enthalten wenig flüssiges Blut.

Es ist klar, dass dieses Thier an den Folgen der Thrombosirung des Pfortaderstammes, einer sogenannten Verblutung in die Wurzeln der Pfortader gestorben war.

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, dass die sämmtlichen in Vorstehendem mitgetheilten Untersuchungen der Annahme: es verwandle sich der Blutfarbstoff, so wie er in grösseren Mengen ins Serum übertritt, ohne Weiteres in Gallenfarbstoff, nicht das Wort reden.

Es gelang weder durch Einführung des Blutfarbstoffs ins Serum vom Unterhautzellgewebe aus oder durch Injection in die Venen, noch durch die selbst massenhafteste Auflösung der rothen Blutkörperchen im Blute das Auftreten von Gallenfarbstoff im Urine hervorzurufen.

Der Widerspruch, in dem die Resultate dieser Versuche zu den Angaben der oben genannten Autoren stehen, erklärt sich wohl daraus, dass von Letzteren das auch unter normalen Verhältnissen nicht seltene und oft reichliche Vorkommen von Gallenfarbstoff im Urine der Versuchsthiere, namentlich der Hunde[1]), zu wenig berücksichtigt wurde. Vielleicht mögen auch die in den Versuchen mit Einspritzung gallensaurer Salze in die Venen von Thieren erhaltenen Resultate eine Folge der durch die Operation und durch die eigenthümliche Wirkung dieser Salze bedingten Kreislaufsstörung gewesen sein[2]).

Die schon mehr erwähnte Thatsache, dass im Urine der Hunde bei vollkommen normalem Befinden trotz der Entleerung galligen Kothes nicht selten Gallenfarbstoff in reichlicher Menge auftritt, scheint für die Pathologie des Icterus nicht ohne Interesse. Sie legt jedenfalls die Annahme nahe, dass auch unter normalen Verhältnissen Gallenfarbstoffe im Blute circuliren[3]).

Diese Annahme wird um so wahrscheinlicher, da es sich, wie aus Nachstehendem erhellt, erweisen lässt, dass andere, weniger leicht oxydirbare Bestandtheile der Galle, die Gallensäuren, im normalen Urine von Thieren wie von Menschen sich stets, wenn auch nur in geringen Mengen vorfinden.

---

1) Ich habe noch jetzt Gelegenheit, zwei Hunde zu beobachten, in deren Urin bei vollkommen normalem Befinden der Thiere trotz fehlender Gelbfärbung der Conjunctiva und trotz reichlich galliger Färbung der Faeces beständig so erhebliche Quantitäten Gallenfarbstoff enthalten sind, wie sie sich beim Menschen nur in Fällen von höchst intensivem Icterus finden.

2) cf. pag. 407.

3) cf. pag. 407. — Vergl. Paul David: Ein Beitrag zur Frage über die Gerinnung des Lebervenenblutes u. s. w. Inauguraldissertation. Dorpat 1866. Hier lautet die erste der der Dissertation angehängten Thesen: „Der Gallenfarbstoff ist ein konstanter Bestandtheil des Harnes.“

Es ist, so viel mir bekannt, Urin normaler Menschen nur von Kühne und zwar mit negativem Resultate auf die Gegenwart von Gallensäuren untersucht. Kühne wandte die Hoppe-sche Methode an, welche, wie die Untersuchungen von Bischoff lehren, der von Staedeler angegebenen entschieden an Sicherheit nachsteht.

In nachfolgenden Versuchen wurde folgendes Verfahren (ziemlich genau nach Staedeler) zur Darstellung der Gallensäuren angewandt.

Der betreffende Urin wird möglichst frisch mit Bleiessig genau ausgefällt (wenn nöthig, nach vorhergehender Entfernung des Eiweisses), der Niederschlag gesammelt, sorgfältig ausgewaschen, getrocknet, pulverisirt und mit Alkohol extrahirt. Das alkoholische Extract mit kohlensaurem Natron versetzt und abgedampft. Das aus dem Rückstande durch Alkohol absolutus gewonnene Extract musste die etwaige Gallensäure in Gestalt des gallensauren Natrons enthalten. Erwies sich der Rückstand desselben nach dem Verjagen des Alkohol als zu stark gefärbt, was übrigens bei diesem Verfahren selten der Fall, so wurde die Entfärbung desselben mit Blutkohle in wässeriger Lösung oder durch nochmaliges Ausfällen der Gallensäuren mittelst Bleiessig und Wiederholung des ganzen Verfahrens bewirkt. Schliesslich wurde mit einer Probe des genügend farblos erhaltenen Rückstandes, der die etwaigen Gallensäuren an Natron gebunden enthalten müsste, die Pettenkofer'sche Reaction in der Neukomm-schen Modification vorgenommen.

Wie Bischoff[1]) gezeigt hat, sind die Gefahren der Vortäuschung der Pettenkofer'schen Reaction durch andere Substanzen als Gallensäuren bei Anwendung dieser Modification erheblich vermindert.

29. Im Urine eines Hundes, welcher bei vollständig normalem Befinden des Thieres sehr deutliche Gallenfarbstoff-Reaction gab, ist in der beschriebenen Weise Gallensäure sicher nachweisbar.

30. Im Urine eines sich vollkommen normal befindlichen Hundes, der keinen Gallenfarbstoff enthält, ist Gallensäure sicher nachweisbar.

31. In 3000 C.C. Urin von 4 vollkommen normalen Menschen ist Gallensäure sicher nachweisbar.

32. 3000 C.C. von ebenfalls ganz gesunden Menschen geben dasselbe sichere positive Resultat.

---

1) l. c.

33. 10,000 C.C. Urin von 5 durchaus normalen Menschen (jede erhaltene Quantität stets frisch mit Bleiessig ausgefällt) in derselben Weise behandelt. Die Pettenkofer'sche Reaction giebt schliesslich ein zweifelloses Resultat.

Die Menge des schliesslich bleibenden Rückstandes, in welchem die gallensauren Salze enthalten waren, war übrigens in allen diesen Fällen eine äusserst geringe, selten zu mehr als 2—3 Reactionen ausreichende. Hiernach kann es nicht wunderbar erscheinen, dass im Blute bei normalen Thieren die Gallensäuren nicht sicher nachweisbar sind.

34. Einem grossen schwarzen Kettenhund, in dessen Urin häufig Gallenfarbstoff nachweisbar ist, werden an einem Tage, an welchem dies nicht der Fall ist, 400 C.C. Blut aus der vena portarum und gleichzeitig 200 C.C. aus der carotis entzogen.

Jede Quantität wird gesondert, nach Entfernung des Eiweisses durch Eintragen in kochendes, schwach essigsaures Wasser in der angegebenen Weise untersucht. In beiden Fällen giebt die Pettenkofer'sche Reaction nur ein unsicheres Resultat.

Was die Quelle der normaler Weise im Urine vorkommenden Gallensäuren anlangt, so liegt zur Erklärung dieser Erscheinung die zuerst von Liebig gemachte, dann von Frerichs und den meisten späteren Autoren aufgenommene Annahme einer stetigen Resorption derselben aus dem Darmkanal jedenfalls am nächsten. Dass eine solche Resorption dieser Salze bei Einführung grösserer Mengen derselben in den Magen statthabe, ist ja durch die zahlreichen Versuche von Frerichs, Huppert, Hoppe, Leyden u. s. w. zur Evidenz erwiesen. Auch nachfolgender Versuch beweist das.

35. Kleiner Affenpinscher erhält Mittags 2 Grm. Natron choleinicum in Wurst, er zeigt darnach Appetitlosigkeit und eine geringe im Verlauf des folgenden Tages wieder verschwindende Herabsetzung der Pulsfrequenz. Der 8 Stunden nach der Einnahme des gallensauren Natron entleerte Urin enthält keinen Gallenfarbstoff, dagegen lassen sich aus 50 C.C. des betreffenden Urins Gallensäure in verhältnissmässig sehr bedeutender Menge gewinnen.

Das Fehlen der Gallenfarbstoffausscheidung bei Resorption selbst grosser Mengen gallensaurer Salze vom Magen aus ist auch bereits von andern Autoren bemerkt worden.

Es ist nun klar, dass die Bedingungen für die Aufnahme der Gallensäuren vom Darmkanale aus in der Norm nicht er-

heblich ungünstigere, als bei Einführung grosser Massen jener Salze in den Darmtractus sind.

Was den Gallenfarbstoff anbelangt, so ist die krystallinische Natur des Bilirubin dem Uebergang desselben durch Diffusion, so weit diese hier in Betracht kommt, jedenfalls nur günstig. Ausserdem ist es ja durch die Untersuchungen von Frerichs[1]) und Hoppe[2]) erwiesen, dass sich jene Substanz auf grossen Strecken des Darmrohres, jedenfalls fast im ganzen Dünndarm im unveränderten Zustand findet. Nachfolgende Versuche scheinen geeignet zu zeigen, dass eine solche Resorption des Gallenfarbstoffs vom Dünndarm aus in der That Statt haben kann.

Es konnte hier selbstverständlich die Application der betreffenden Substanz per os nicht angewendet werden, da die saure Reaction des Magen- resp. Mastdarminhaltes schnell eine Zersetzung des eingeführten Gallenfarbstoffs bewirken würde.

36. Einem muntern gelben Kaninchen wird am 31. 3. das Abdomen durch einen etwa 1½ Cm. langen Schnitt etwas oberhalb der Mitte zwischen der Basis des proc. xiphoideus und der symphysis in der linea alba eröffnet. Durch die Wunde wird eine Dünndarmschlinge möglichst wenig weit hervorgezogen; mittelst einer feinen Canüle werden 20 C.C. Schweinegalle in den Darm injicirt. Die Stichöffnung wird mittelst einer seitlich an das Darmrohr angelegten Unterbindung, also mit fast vollständiger Erhaltung des Lumen des Darmrohres verschlossen; der Darm reponirt, die Wunde zugenäht. Das Kaninchen befand sich nach der Operation vollständig wohl, begann alsbald zu fressen. Der 1 und der 2 Stunden nach der Operation entleerte Urin vollständig normal, ohne Gallenfarbstoff. Der am 1. 4. Morgens entleerte zeigt eine sehr deutliche Gallenfarbstoff-Reaction.

37. 14. 4. Einem kleinen muntern Kaninchen werden p. p. 0,1 Grm. aus Gallensteinen dargestellten Bilirubins in etwa 10 C.C. ganz verdünnter Sodalösung aufgelöst in der beschriebenen Weise in den Dünndarm injicirt. Das Thier ist sogleich nach der Operation völlig munter, frisst und hüpft umher.

15. 4. während der Nacht entleert 20 C.C. eines neutralen Urins, sehr deutlich Gallenfarbstoff-Reaction. Mittags 2 Uhr 5 C.C. Urin abgedrückt, sehr deutliche Gallenfarbstoff-Reaction.

1) Wagener, Handwörterbuch, Artikel Verdauung.
2) Virchow's Archiv. Bd. 22.

16. 4. 10 Uhr Morgens aus der Blase entleerter Urin nur noch schwach gallenfarbstoffhaltig.

17. 4. Kaninchen von Ratten angefressen und getödtet. Der in der Blase enthaltene Urin giebt noch schwache Gallenfarbstoff-Reaction. Die betreffende Dünndarmschlinge an der Injectionsstelle durch eine circumscripte Peritonitis an die vordere Bauchwand in der Nähe der Wunde angeheftet. Im Darmrohr der gewöhnliche Inhalt. Die Injectionsstelle findet sich etwa 8 Cm. unterhalb des Pylorus.

38. Einem kräftigen grauen Kaninchen am 22. 4. 0,1 Grm. Bilirubin in 5 C.C. ganz schwacher Sodalösung gelöst in den Darm injicirt.

23. 4. Der abgedrückte Urin zeigt sehr deutliche Gallenfarbstoff-Reaction.

24. 4. Nur noch undeutliche Gallenfarbstoff-Reaction.

Kaninchen befindet sich übrigens fortdauernd wohl; nach 14 Tagen wird dasselbe bei einem andern Versuche getödtet.

Keine Spur von Peritonitis. Die Stelle der Injection in den Darm nicht mehr zu erkennen. Die angelegte Unterbindungsschlinge findet sich nicht mehr am Darme vor.

Es steht nach diesen Versuchen der Annahme, dass auch unter normalen Verhältnissen nicht nur gallensaure Salze, sondern auch Gallenfarbstoffe aus dem Darmkanal ins Blut aufgenommen werden, nichts entgegen.

Ganz neuerdings von Heidenhain[1]) mitgetheilte Versuche machen es übrigens im hohen Grade wahrscheinlich, dass auch in der Leber selbst von den die Galle abführenden Gängen aus eine stetige Resorption des Secretes statthabe.

Eine mangelhafte Umsetzung dieser Substanzen im Blute und in den Geweben kann dann selbstverständlich zum Auftreten des Gallenfarbstoffes in letzteren und im Urine führen. Dass vielfache klinische Erfahrungen für das Zustandekommen des Icterus in dieser Weise sprechen, ist oben (S. 405) erwähnt. Ob und in wie weit beim Zustandekommen solcher Icterusformen auch ungewöhnlich reichliche Aufnahme der Gallenbestandtheile vom Darme oder von den Gallenwegen aus in Betracht kommt, dies müssen weitere Untersuchungen lehren.

Der eine reichlichere Resorption von Galle im Darme ermöglichenden Umstände giebt es offenbar viele, und manche

1) Studien des physiol. Instituts zu Breslau 1868.

scheinen von vornherein viel Wahrscheinlichkeit für ihr thatsächliches Mitwirken beim Zustandekommen jener Icterusformen zu bieten. So vermehrte Gallenbildung, vermehrter Erguss von Galle in den Darm, ungewöhnlich langer Aufenthalt der Galle in den oberen Partien des Dünndarms. Die Annahme letzterer Ursache würde die leichten Formen von Icterus, wie sie oft bei einfacher Obstipation, bei Bleikolik u. s. w. beobachtet werden, gut erklären.

Viel besser aufgeklärt sind die Bedingungen, unter welchen eine vermehrte Resorption des Secretes in der Leber selbst Statt hat. Heidenhain hat mit aller Evidenz erwiesen, wie sehr die Höhe des Blutdrucks in den Capillaren dieses Organs die Grösse der Gallenausscheidung beeinflusst. Es gelang ihm bei Ausfliessen des Secretes unter einem geringen Druck (= 110 Mm. Galle) durch Herabsetzung des Blutdrucks in den Capillaren der Leber (Verengerung der Eingeweidearterien durch Reizung des Rückenmarks) eine bedeutende Resorption der Galle zu bewirken, während bei demselben Drucke innerhalb der Gallenwege, ohne jene künstliche Beeinflussung des Blutstromes eine reichliche Gallensecretion Statt hatte.

Es drängt sich hiernach die Frage auf, ob nicht auch für jene Form des Icterus, die man bisher mit Vorliebe als Stütze für die Lehre vom sogenannten Bluticterus herangezogen hat, die Gelbsucht bei Pyämie u. s. w., die gleiche Erklärung, wie in den andern Fällen, zu versuchen sei.

Einen experimentellen Rückhalt hat die Lehre vom Bluticterus nach allem Obigen nicht; indessen die den Ausgangspunkt aller hier erörterten Versuche bildenden Untersuchungen Virchow's drängen, so lange nicht die Elementaranalyse die Verschiedenheit jener zwei so ähnlichen Substanzen, des Bilirubins und des Hämatoidins, erwiesen hat, dazu, die Möglichkeit des Entstehens von Gallenfarbstoff aus Blutfarbstoff festzuhalten.

Sollte sich namentlich das Merkmal des hämatogenen Ursprungs, welches Leyden für den Icterus bei Pyämie in der Abwesenheit der Gallensäuren gefunden zu haben glaubt, be-

wahrheiten, so würde immerhin die Berechtigung zur Annahme eines Bluticterus zuzugeben sein.

Indessen scheint die Ansicht Leyden's nicht stichhaltig. Das vollständige Fehlen der Gallensäuren ist bei Berücksichtigung des oben gezeigten constanten Vorkommens derselben im normalen Urine von vornherein wenig wahrscheinlich. Ausserdem gelang es in nachfolgenden Fällen von Icterus bei Pyämie, bei welchen die Zeichen des Abschlusses der Galle vom Darmrohr, sowohl bei der Obduction als im Leben, fehlten, und die daher nicht Fälle von Resorptionsicterus im gewöhnlichen Sinne, d. h. nicht sogenannten hepatogenen Ursprungs waren, die Anwesenheit der Gallensäuren im Urine in, der Schätzung nach, offenbar abnorm grosser Menge nachzuweisen.

39. Der Kranke litt schon seit langer Zeit an eitrigem Ausfluss aus dem linken Ohr; 14 Tage vor seinem Tode erkrankte er mit heftigen Kopfschmerzen, welche nach einigen Tagen wieder schwanden. Es bestand anfangs ein mässig intensives Fieber. Bald indessen stellten sich heftige, in unregelmässigen Intervallen wiederkehrende Schüttelfröste ein. Zwei Tage nachdem ein leichter, doch deutlicher Icterus sichtbar geworden war, starb der Kranke bei vollständig erhaltenem Bewusstsein.

Die Section ergab eine alte Caries des linken Os petrosum, ausserdem eitrige Meningitis; nirgends pyämische Ablagerungen. Die Milz etwas geschwellt, die Leber nicht deutlich icterisch. Ductus choledochus durchgängig, in der Portio intestinalis keine Schwellung der Schleimhaut, letztere gelb gefärbt.

Durch die Güte des Herrn Dr. Goltdammer, dem ich auch obige Notizen verdanke, erhielt ich von dem Kranken 500 C.C. nach Eintreten des Icterus entleerten Urins; derselbe war etwas getrübt durch geringe Ausscheidung von sauren harnsauren Salzen, sauer, vom spec Gew. 1025, enthielt nur Spuren von Eiweiss und gab keine deutliche Gallenfarbstoff-Reaction. Gallensäuren liessen sich in ihm nach der beschriebenen Methode in offenbar vermehrter Menge nachweisen.

40. Die 30jährige Frau eines Spritzenmannes abortirte im 5ten Monat ihrer dritten Schwangerschaft. Sie befand sich während der ersten Tage nach erfolgtem Abortus vollkommen wohl. Erst 4 Tage später erkrankte sie mit unbestimmten Beschwerden und einem mässig intensiven Fieber. Bald machte sich ein anfangs ganz schwacher, allmälig an Intensität zunehmender Icterus, sowie ein geringer Milztumor bemerkbar, und es stellten sich wiederholt in unregelmässigem

Typus, von erheblichen Steigerungen des Fiebers begleitet, Schüttelfröste ein.

Einige Tage vor dem Tode zeigte sich ein heftiger Lungenkatarrh, das Sensorium wurde mehr und mehr benommen, und die Kranke starb am 14. Tage ihres Leidens. Die Stuhlgänge waren während der ganzen Dauer der Krankheit stets reichlich gallig gefärbt.

Section ergab starken allgemeinen Icterus; die Leber sogar auffallend wenig icterisch gefärbt, auch mikroskopisch keine Ablagerungen von Gallenpigment in der Leber nachweisslich, dagegen die Parenchymzellen dieses Organes ebenso wie die Nieren stark getrübt, an einzelnen Stellen in mässigem Grade verfettet. Die Milz ziemlich beträchtlich (frisch) geschwellt; in beiden Lungen zahlreiche pyämische Abscesse von verschiedenem Alter.

Eitrige Perimetritis und Perivaginitis; linke Vena spermatica von einem der Wand fest adhärirenden, noch nicht zerfallenen Thrombus bis fast zur Einmündungsstelle in die Vena renalis erfüllt.

Der am Tage vor dem Tode entleerte Urin (1100 C. C., 1021, sauer) enthält geringe Quantitäten von Eiweiss, viel Gallenfarbstoff.

Gallensäuren können nach der gewöhnlichen Methode aus demselben in offenbar vermehrter Menge dargestellt werden.

41. Der Kranke, ein 56jähriger Schiffer, erlitt am 8. 5. 68. eine complicirte Fractur der linken Tibia. Das Befinden des Kranken war anfangs, der schweren Verletzung angemessen, ein gutes. Es bestand nur ein ganz geringes Fieber, der Appetit besserte sich bereits, als plötzlich unter erheblicher Verschlechterung des Allgemeinbefindens sich am 21. 5. ein heftiger Schüttelfrost einstellte. Die Frostanfälle wiederholten sich in den folgenden Tagen mehrfach in unregelmässigem Typus im Ganzen 5 Mal; jeder derselben war von einer erheblichen Temperatursteigerung bis über 40° begleitet.

Unter diesen Erscheinungen nahm bei vollständig aufgehobener Esslust der Kräftezustand des Kranken schnell ab, es wurde eine Vergrösserung der Milz und am 27. 5. ein Icterus bemerkbar, der schnell intensiv wurde. Die Faeces waren dauernd stark gallig gefärbt.

Am 29. stellte sich eine schnell wachsende Benommenheit des Sensorium ein und der Kranke starb am 31. 5. Section konnte leider nicht gemacht werden.

Der am 28. 5. entleerte Urin (900 C. C., 1019, sauer) enthält wenig Eiweiss, giebt eine deutliche Gallenfarbstoff-Reaction. Mit Hülfe des gewöhnlichen Verfahrens werden Gallensäuren in, wie es scheint erheblich vermehrter Menge aus demselben dargestellt.

Mit diesem von Leyden für den pyämischen Icterus aufgestellten Unterscheidungsmerkmal fällt nun jeder Grund fort, denselben als in Bezug auf seine Entstehung von den anderen Icterusformen verschieden anzusehen.

Es fehlt dann allerdings noch jede Einsicht des Grundes, weshalb gerade mit jenem Symptomencomplex, den wir als Pyämie bezeichnen, so ausserordentlich häufig Gelbsucht verbunden erscheint. Diese Schwierigkeiten werden indessen auch durch die Annahme des hämatogenen Ursprungs dieser Complication nicht beseitigt; wenigstens liegt zur Zeit noch keine Thatsache vor, welche es auch nur im mindesten wahrscheinlich machte, dass gerade die der Pyämie zu Grunde liegenden pathologischen Vorgänge im Organismus mit einer Auflösung der rothen Blutkörperchen verbunden seien.

Im Gegentheil kann mit mehr Recht behauptet werden, dass beim Typhus, wenigstens zuweilen, eine massenhafte Auflösung rother Blutkörperchen statthabe. Dies scheinen die oben erwähnten Fälle von Hämoglobinausscheidung (ohne Auftreten von Blutkörperchen) im Urine Typhuskranker zu beweisen. Und doch gehört das Auftreten von Icterus beim Typhus zu den seltensten Complicationen.

Was nun schliesslich die Natur des nach Aether- oder Chloroforminhalationen nicht selten beobachteten, allerdings stets höchst wenig intensiven Icterus anlangt, so ist, wie bekannt, der Grund dieser Erscheinung ebenfalls in der Fähigkeit dieser Substanzen, die rothen Blutkörperchen aufzulösen, gesucht worden. Dass der Aether eine solche Wirkung auch im lebenden Thiere auf die Blutkörperchen ausübt, ist zwar bisher noch durch Nichts erwiesen, scheint aber, wie nachfolgende Beobachtung lehrt, in der That eine richtige Annahme zu sein.

42. Einem kleinen Kaninchen werden am 2. 5. 68. 1,2 Grm. Aether durch subcutane Injection beigebracht.

Nach 3 Minuten vollständige Narkose, nach $1^1/_4$ Stunden allmälige Wiederkehr des Bewusstseins, bleibt indessen unvollständig; Coma nimmt allmälig wieder zu; 5 Stunden nach der Operation ist das Thier noch am Leben, am andern Morgen wird es todt gefunden.

In der Blase 3 C.C. eines vollkommen durchsichtigen sauren

rubinrothen Urines; derselbe giebt bei der spectroskopischen Untersuchung deutlich die Absorptionsstreifen des sauerstoffhaltigen Hämoglobins; enthält keine Blutkörperchen. Es war also bei diesem Kaninchen offenbar in Folge der Aetherapplication eine Ausscheidung von Hämoglobin (ohne Blutkörperchen) mit dem Urine aufgetreten, eine Erscheinung, die wohl zweifellos als Folge der reichlich stattgehabten Auflösung der Blutkörperchen anzusehen ist.

Indessen scheint diese Wirkung des Aethers in so bedeutendem Umfange selten Statt zu haben, da weder früher Nothnagel noch ich selbst in einer ziemlichen Anzahl von selbst schnell oder im Verlauf von 6—12 Stunden tödtlich verlaufender Aethernarkosen sonst jemals das Auftreten von Hämoglobin im Urine beobachteten[1]).

Uebrigens sieht man nach Application von Aether in grösseren Dosen (bei Kaninchen 1 Grm. und darüber) nicht selten Gallenfarbstoff in geringer Menge im Urine auftreten. Indessen ist dieses Resultat ein höchst inconstantes (mir gelang es nur in einem von je 4 Fällen eine sichere Gallenfarbstoff-Reaction zu erzielen).

Jedenfalls sind diese Beobachtungen nicht geeignet, den vielen negativen Ergebnissen der oben angeführten Versuche gegenüber, die Entstehung des Gallenfarbstoffs durch Zersetzung des Blutfarbstoffs im Blutserum zu erweisen.

Anders verhält es sich mit der Frage: ob nicht in der Leber eine Umbildung jener letzten Substanz in die erstere statthabe. Diese Frage ist ebensowenig durch die hier mitgetheilten Experimente wie durch die von den früheren Forschern gemachten Erfahrungen berührt.

In den nachfolgenden Versuchen nun wurde versucht, der Leber, durch Einführung von Hämoglobinlösung selbst oder von solchen Substanzen, welche die Blutkörperchen auflösen, in die

1) Es mag hier mit Rücksicht auf die neuerdings von Vohl und Eulenberg (Virchow's Archiv 1868) erschienene Arbeit ausdrücklich bemerkt werden, dass in keinem der Fälle tödtlich verlaufener Aethervergiftung Gasblasen im Blute gefunden wurden.

Vena portarum, frei im Serum enthaltenes Hämoglobin in grösserer Menge zuzuführen.

Der Versuch einer directen Injection von Blut, nach Auflösung der Blutkörperchen, ist, wie Versuch 28 zeigt, hier nicht anwendbar, da als Folge einer solchen Injection Gerinnung des Blutes in der Vena portarum auftritt.

Es wurde daher die Einführung von gelöstem Hämoglobin in das Serum der Pfortader durch Injection des in der erwähnten Weise behandelten Blutes in eine Dünndarmschlinge zu bewerkstelligen gesucht.

43. Kräftiges schwarzes Kaninchen.

Am 2. 5. 68. werden demselben 4 C. C. Blut aus der Arteria cruralis sinistra entzogen und nach Auflösung der Blutkörperchen durch wiederholtes Gefrieren in eine Dünndarmschlinge in der früher beschriebenen Weise eingespritzt.

Das Thier befindet sich nach der Operation vollkommen wohl.

Der 4 Stunden nach der Operation entleerte Urin deutlich gallenfarbstoffhaltig.

Noch intensiver zeigte sich die Gallenfarbstoff-Reaction in dem am 3. 5. Morgens entleerten Urine. In dem am 5. 5. entleerten war dieselbe nur noch unsicher nachweisslich.

44. Einem kleinen grauen Kaninchen werden durch Verbluten aus der Carotis 12 C.C. Blut entzogen; nach Auflösung der Blutkörperchen wird die ganze Masse einem etwa ebenso grossen Kaninchen in den Dünndarm injicirt.

Der am andern Morgen entleerte Urin zeigt eine exquisite Gallenfarbstoff-Reaction.

In derselben Weise wurde den Kaninchen auch die Blutkörperchen auflösende Substanz in das Blut der Pfortader einzuführen gesucht. Es wurde hier aus leicht begreiflichen Gründen zu diesem Zwecke der Aether angewendet.

45. Einem kräftigen grauen Kaninchen werden p. p. 0,6 Grm. Aether in den Dünndarm gespritzt.

Nach 5 Minuten vollständige 1½ Stunden hindurch anhaltende Narkose, danach ziemlich schnelles Erwachen und weiterhin vollständiges Wohlbefinden.

Der am nächsten Morgen entleerte alkalische Urin zeigt deutliche Gallenfarbstoff-Reaction.

46. a. Einem kleinen grauen Kaninchen werden 0,6 Grm. Aether unter die Haut gespritzt.

Der am andern Morgen entleerte Urin frei von Gallenfarbstoff.

b. Einem genau gleich grossen Kaninchen (von demselben Wurfe) werden 0,3 Grm. Aether in den Dünndarm gespritzt.

Der Urin zeigt am andern Morgen sehr deutliche Gallenfarbstoff-Reaction.

c. Dem ad b. benutzten Kaninchen, welches sich dauernd vollkommen wohl befand, werden 4 Tage nach überstandener Operation 0,9 Grm. Aether unter die Haut gespritzt.

In dem am andern Morgen gelassenen Urine keine Gallenfarbstoff-Reaction.

47. Controllversuch. An einem Kaninchen (von demselben Wurfe mit den in den vorigen Versuchen angewendeten) wird dieselbe Operation vorgenommen, indessen werden lediglich etwa 15 C.C. Luft in den Dünndarm injicirt.

Kaninchen befindet sich danach vollkommen wohl. In dem am andern Morgen entleerten Urine kein Gallenfarbstoff.

Die Resultate dieser Versuche sprechen in der That dafür, dass in der Leber eine Umbildung von Hämoglobin in Gallenfarbstoff Statt hat, so namentlich Versuch 46. b., in welchem eine Dosis von 0,3 Aether vom Darme aus das Auftreten jener Substanz im Urine bewirkte, während in 46. a. die doppelte Dosis bei einem gleich grossen und in 46. c. sogar die dreifache Dosis in demselben Thiere, bei Application durch subcutane Injection ohne Wirkung blieb [1]).

Indessen ist das Resultat derselben zunächst mit Misstrauen aufzunehmen, obgleich Versuch 47 zu lehren scheint, dass die betreffende Operation an sich nicht als Ursache jener Gallenfarbstoffausscheidung anzusehen ist. Das Gleichgewicht von Aufnahme des Gallenfarbstoff in's Blut und Zersetzung desselben eben dort, welches der Organismus in der Norm allerdings meist aufrecht zu erhalten weiss, ist ein viel zu labiles, als

1) Das Fehlen des Gallenfarbstoffs im Urine nach Einbringung von Arsenzink in den Magen steht nicht im Widerspruch mit den hier erhaltenen Resultaten, da, wie oben gezeigt, die Auflösung der Blutkörperchen durch Arsenwasserstoff nur bei Gegenwart von Sauerstoff Statt hat. Die Wirkung des vom Magen aus resorbirten Gases konnte sich in jenen Versuchen demnach wohl nicht im Blute der Vena portarum, sondern frühstens in demselben beim Passiren der Lungencapillaren entfalten.

dass experimentell hervorgebrachte Störungen desselben in Bezug auf die Genese jener Substanz weiter als zu höchst unsicheren Schlüssen führen könnten.

Die weiteren Fortschritte auf diesem Gebiete sind wohl von dem eingehenderen chemischen Studium der Beziehungen zu erwarten, welche zwischen jenen beiden Substanzen, dem Hämatoidin und dem Bilirubin, und dann weiter zwischen ersterer Substanz und dem Blutfarbstoff bestehen.

Der Nachweis einer Methode zur Darstellung des Hämatoidins in grösseren Mengen würde, so darf man wohl behaupten, den in Rede stehenden Gegenstand weiter fördern, als die zahlreichen und scheinbar glänzendsten Resultate experimenteller Forschung am lebenden Organismus.

Die in vorstehender Arbeit mitgetheilten Untersuchungen sind in dem chemischen Laboratorium der hiesigen Anatomie ausgeführt. Die Benutzung der schönen Räumlichkeiten dieses Institutes wurde mir durch Herrn Geheimrath Reichert in liberalster Weise gestattet.

Berlin, Mai 1866.

Ueber die Wärmebildung erstarrender Muskeln.

Von

Dr. Julius Schiffer
in Berlin.

Die in jüngster Zeit nach verschiedenen Krankheitsformen häufiger beobachtete postmortale Temperatursteigerung lenkte die Aufmerksamkeit auf die Erstarrung der Muskeln als die mögliche Ursache dieser Erscheinung. Man vermuthete die Wärmequelle in dem Uebergang der Muskelsubstanz aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand, und in der That hatte es viel Verlockendes, sich vorzustellen, dass jenes Leichenphänomen auf einen Fundamentalsatz der Physik zurückzuführen sei. Während von mehreren Seiten dieser Punkt theils gelegentlich, theils durch ad hoc angestellte Experimente behandelt wurde, ohne dass es jedoch gelungen wäre, durch entscheidende Beweise den Sachverhalt festzustellen, erschienen die „Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln“ von Hermann, die dem Gegenstand ein erhöhtes Interesse verliehen. Bekanntlich ist dort sehr wahrscheinlich gemacht, dass der Contraction und der Erstarrung der Muskeln analoge chemische Processe zu Grunde liegen. Es war in Folge dieser Analogie zu erwarten, dass auch beim Starrwerden der Muskeln Kräfte frei werden, und zwar in Form von Wärme, da eine Arbeitsleistung der Muskeln hierbei fast gar nicht stattfindet. Angeregt durch diesen Gesichtspunkt nahmen Fick und Dibkowsky den Gegenstand in Angriff, und in der That

gelang es ihnen in ihrer Arbeit: „Ueber Wärmebildung beim Starrwerden der Muskeln,“ den experimentellen Beweis zu führen, dass das Festwerden der Muskelsubstanz mit Wärmeproduction verbunden sei. Sie tauchten zwei bis auf $^1/_{20}$° C. graduirte Thermometer, deren eines um sein Quecksilbergefäss einen Mantel von frischem Muskelfleisch trug, in Wasser, das auf 45 bis 50° (je nachdem Frosch- oder Kaninchenmuskeln zum Versuch dienten) erwärmt und auf dieser Temperatur längere Zeit constant erhalten wurde. Das mit dem Muskelfleisch umwickelte Thermometer zeigte nun, sobald die Muskeln die Erstarrungstemperatur erreicht hatten, eine um 0,05—0,2° C. höhere Temperatur als das freie, trotzdem die Flüssigkeit fortdauernd gut umgerührt wurde. Das Plus schwand augenblicklich, so wie der Muskelmantel von dem Quecksilbergefäss abgestreift wurde, sonst nahm es erst allmälig wieder ab bis zur völligen Ausgleichung der beiden Thermometer. In einer zweiten Reihe von Versuchen, auf die ich später noch zurückkomme, suchten die Verfasser den Beweis zu führen, dass die Wärmeentwicklung mit dem Moment zusammenfällt, wo der erstarrende Muskel sich contrahirt, so dass das Resultat der Arbeit schliesslich in den beiden Sätzen zusammengefasst wird:

1. Wenn man einen Muskel zur Erstarrungstemperatur erwärmt, so wird in ihm Wärme frei, und
2. diese Wärmeentwicklung fällt gerade in die Zeit, während welcher der erstarrende Muskel sich zusammenzieht.

Als die vorstehende Arbeit erschien, hatte ich eine Untersuchung über denselben Gegenstand nahezu vollendet. Die Hauptresultate derselben sind in einer vorläufigen Notiz der No. 54. Jahrg. 1867 des Centralbl. für medic. Wissensch. mitgetheilt.

Was zunächst den Grundversuch der Hrn. Fick und Dibkowsky anbetrifft, so habe ich denselben unter geringen Modificationen mit positivem Erfolg wiederholt. In einem grossen Becherglase wurde $^3/_4$ $^0/_0$ Cl. Na.-Lösung im Sandbade erwärmt. So wie die Flüssigkeit gegen 40° C. erreicht hatte, wurde die heizende Flamme entfernt. Die Temperatur stieg nun langsam

noch mehrere Minuten hindurch an, blieb dann für kurze Zeit annähernd constant, um darauf wieder allmälig zu sinken. Auf eine längere Zeit andauernde, absolute Constanz der Temperatur verzichtete ich nach einigen misslungenen Bemühungen um so lieber, als dieselbe für die Beweiskraft des Versuches nicht wesentlich ist. Denn da der Muskel, wie man sich durch einen einfachen Versuch leicht überzeugen kann, ein schlechterer Wärmeleiter ist, als Wasser oder Kochsalzlösung, so muss er bei ansteigender Temperatur stets kälter bleiben, als die umgebende Flüssigkeit. Zeigt er sich jemals wärmer, so ist a fortiori der Beweis geliefert, dass in ihm eine selbständige Wärmebildung stattgefunden. Natürlich darf das Ansteigen der Temperatur nicht zu rasch erfolgen, um nicht einen etwaigen geringen Zuwachs zu verdecken. Zur Messung dienten zwei Geissler'sche Thermometer mit $^1/_{10}$° C. Theilung. Das cylindrische Gefäss des einen war in die passend zugeschnittene Muskulatur eines seines Femurknochens beraubten Froschoberschenkels versenkt. Die Ablesung geschah mit dem Fernrohr, was bei der angegebenen, für diese Versuche etwas zu groben Thermometergraduirung nicht zu umgehen war. Selbstverständlich wurde die Flüssigkeit, in der sich die Thermometer befanden, fortdauernd gut umgerührt. In den so vorbereiteten Versuchen fand ich übereinstimmend mit Fick und Dibkowsky, dass durch Wärme erstarrende Froschmuskeln selbständig Wärme producirten, die eine Temperaturerhöhung um 0,05—0,07° C. erzeugte. Man kann dies Phänomen schon bei 40—42° C. beobachten und braucht nicht erst bis auf 45° C. zu steigen. Es wäre von der höchsten theoretischen Wichtigkeit, die Gesammtmenge der auf diese Weise frei werdenden Wärme zu bestimmen; doch es ist sehr fraglich, ob die Schwierigkeiten eines solchen Versuchs zu überwinden sind.

Was den zeitlichen Verlauf der Wärmeproduction angeht, so lassen die angeführten Versuche verschiedene Möglichkeiten offen. Entweder die Wärmebildung findet von Anfang an im überlebenden Muskel statt und steigert sich bei höherer Temperatur des Mediums continuirlich, um bei der Erstarrungstemperatur allmälig ihr Maximum zu erreichen; oder die von

Anfang an vorhandene Wärmeproduction erfährt bei der Wärmestarre eine plötzliche Steigerung; oder endlich sie fällt lediglich zusammen mit der Erstarrung des Muskels und ist früher nicht vorhanden. Für die letzte Alternative entscheiden sich Fick und Dibkowsky, allein mir scheint der Versuch, auf den sie sich stützen, von Bedenken nicht frei. Im Wesentlichen besteht derselbe darin, dass an die eine Seite einer mit der Spiegelbussole verbundenen Wismuth-Antimonsäule, wie sie von Illner in Breslau nach Heidenhain's Angabe gefertigt werden, ein lebender, an die andere ein gleichartiger todtenstarrer Muskel angelegt und das Ganze in einen durch kochendes Wasser erhitzten Brütofen gebracht wurde. Der lebende Muskel wurde mit einem Hebel verbunden, um Contractionen desselben anzuzeigen. Trotz mannigfacher uncontrollirbarer Schwankungen des Magnetspiegels sahen nun die Vff. doch mit ziemlicher Regelmässigkeit einen Ausschlag im Sinne einer Erwärmung des lebenden Muskels erst dann erfolgen, als sich derselbe, bis zur Erstarrungswärme erhitzt, contrahirte. Es ist aber sehr leicht möglich, dass durch die Contraction des erstarrenden Muskels ein Theil der früher bedeckten Fläche der Thermosäule entblösst und in directe Berührung mit der höher temperirten Luft des Brütofens gesetzt wurde, so dass hierdurch der erwähnte Ausschlag entstand. Man wird dies Bedenken nicht als den Ausdruck eines übermässigen Skepticismus gegen fremde Beobachtungen ansehen wollen; ich fand es nur um so mehr gerechtfertigt, als ich selbst ähnliche Versuche von Thermomultiplicator anstellte. Die grossen unregelmässigen Ausschläge, die immer eintreten, wenn man eine empfindliche Thermosäule in einen erhitzten Raum bringt, lassen es sehr misslich erscheinen, unter diesen Bedingungen subtile Messungen ausführen zu wollen. Obwohl es mir nach und nach durch Variirung der Versuche gelang, mich vor den gröbsten Unregelmässigkeiten zu schützen, fehlt es doch noch meinen Messungen an der nöthigen Constanz, um sie für weitere Schlüsse zu verwerthen. Ich gab schliesslich diese Experimente auf, die mit dem Bestreben viel Aehnlichkeit hatten, den Ausschlag von einem

Gramm an einer feinen Wage bestimmen zu wollen, während ihre Schalen mit Kilo's beworfen werden.

Eben so wenig führte ein anderer Weg zu dem gewünschten Ziel. Wenn es gelingt, die Temperatur einer Flüssigkeit regelmässig ansteigen zu lassen, so muss ein in dieselbe getauchtes Thermometer, dessen Quecksilbergefäss mit lebender Muskelmasse bedeckt ist, Auskunft darüber geben, ob zu einer gewissen Zeit in den Muskeln eine plötzliche Wärmebildung stattfindet oder nicht. Bekanntlich gehört es aber zu den schwierigeren Problemen, die Temperatur einer Flüssigkeit regelmässig ansteigen zu lassen, und mir wenigstens gelang es nicht, es zu lösen. So beschränkte ich mich darauf, die in Rede stehende Frage per exclusionem zu entscheiden. Zu dem Zweck stellte ich eine Reihe von Versuchen ganz in der oben angegebenen Weise an, mit dem Unterschied jedoch, dass ich die Erwärmung der Flüssigkeit bis auf höchstens 38° C. trieb. Unter diesen Umständen konnte ich niemals eine Wärmeproduction in den Muskeln nachweisen, wie das der Fall ist, wenn man bis auf 40—42° C. erhitzt. Es scheint danach in der That, dass die früher angegebene Wärmebildung im Muskel erst im Moment seines Erstarrens durch Wärme auftritt; doch möchte ich diese Schlussfolgerung nur mit all' der Reserve hinstellen, mit der ein lediglich auf negativem Wege ermitteltes Resultat aufgenommen werden muss. Auf keinen Fall ist die Möglichkeit ausgeschlossen, dass schon vorher im noch völlig frischen Muskel eine geringe, thermometrisch nicht messbare Wärmeproduction stattfindet, die dann während des Erstarrens durch Wärme eine plötzliche, bedeutende Steigerung erfährt.

Es schliesst sich hieran zunächst die Frage, ob auch bei den anderen Formen der Muskelstarre eine Wärmebildung statthat. Natürlich muss man hierbei absehen von der Tetanusstarre, gleichviel, ob sie auf mechanischem oder elektrischem Wege hervorgebracht wird und bleibt somit auf die Starre durch chemische Agentien beschränkt. Von diesen habe ich erst dest. Wasser, Chloroform, Aether, Alkohol (20—25%), Essigsäure (15—20%) und Milchsäure (10—12%) in einer Reihe von Vorversuchen auf die Art ihrer Wirkung geprüft, wenn sie,

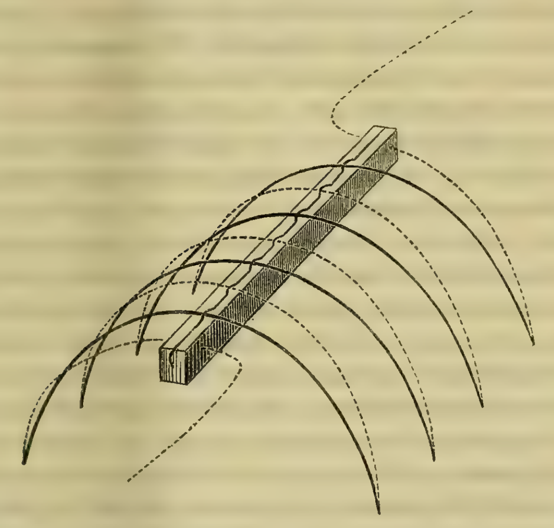
wie das in meinen eigentlichen Versuchen geschah, von den Capillaren aus in die Muskeln eindringen. Zu diesem Zweck führte ich in den Bulb. aort. eines curarisirten Frosches eine Canüle ein (man erleichtert sich diese einfache Operation noch dadurch ausserordentlich, dass man eine Schieberpincette ans Herz anlegt und dadurch die ganze Partie gespannt erhält), schnitt darauf die Herzspitze ab und injicirte so lange $^3/_4$ % Kochsalzlösung, bis alles Blut ausgewaschen war. Die Injection geschah, um diesen Punkt hier ein für allemal zu erledigen, mittelst des, wenn ich nicht irre, von Ludwig hierzu zuerst verwertheten Selbstdrucks der Flüssigkeit. Die in den Bulb. aort. eingeführte Canüle war durch einen Kautschukschlauch mit einem erhöht angebrachten Gefäss verbunden, das die Injectionsflüssigkeit enthielt. An einer Schnur, die über eine Rolle lief, war das Gefäss so aufgehängt, dass es in verschiedener Höhe festgestellt und somit der Injectionsdruck beliebig variirt werden konnte. Nachdem der Frosch auf die angegebene Weise durch Kochsalzlösung gut ausgespült war, wurde die zu prüfende Flüssigkeit injicirt. Alle die angeführten Stoffe machen die Muskeln in kurzer Zeit starr; am schnellsten Essigsäure und demnächst Alkohol; Milchsäure in 10—12 Minuten; Chloroform, Aether und dest. Wasser in 15—20 Minuten[1]). Die Nebenwirkungen jedoch, die diese Substanzen hervorrufen, sind sehr verschieden. Während Chloroform, Aether und namentlich das dest. Wasser sehr heftige Muskelzuckungen bewirken, bemerkt man bei Alkohol, Essig- und Milchsäure kaum eine Spur davon. Bekanntlich sind grade die beiden letzten Agentien nach Kühne's Angaben exquisite Muskelreize, aber der Widerspruch, der hier zu bestehen scheint, löst sich, wenn man die Verschiedenheit der Applicationsweise erwägt. Taucht man, wie das in Kühne's Versuchen geschah, einen frischen Muskelquerschnitt in eine reizende Flüssigkeit, so wirkt dieselbe plötzlich auf freiliegendem Muskelinhalt, und wenn dieser auch

1) Diese Angaben gelten für die Oberschenkelmuskeln, während der Gastroknemius, als schwerer zugänglich für die Injectionsflüssigkeit, später erstarrt.

momentan erstarrt, so pflanzt sich doch der Reiz auf eine Strecke nahezu intacter Muskelsubstanz fort. Anders, wenn die Flüssigkeit von den Capillaren aus in den Muskel eindringt. Ist sie mit Wasser mischbar, so umspült sie gleichmässig die ganze Muskelfaser und diffundirt allmälig zum Muskelinhalt, der, von einem anfangs ganz diluirten und langsam concentrirter werdenden Agens so zu sagen von allen Seiten beschlichen, in seiner ganzen Ausdehnung gleichzeitig erstarrt, ohne zu zucken. Der Reiz steigt stetig und verhältnissmässig langsam von 0 an; er wirkt nicht plötzlich und das ist bekanntlich eine nothwendige Bedingung für das Zustandekommen der Zuckung. Es ist ganz dasselbe Verhältniss, als wenn man einen Muskelquerschnitt zuerst in $^1/_2$ $^0/_0$ Cl. Na.-Lösung tauchte und diese dann allmälig, z. B. durch Essigsäure, verdrängen würde. Ist die Flüssigkeit mit Wasser nicht mischbar, wie Chloroform und Aether, so häufen sich Tropfen derselben zwischen den Muskelfasern an, bis sie an einzelnen Stellen durch den steigenden Injectionsdruck durch das Sarkolemm zum Muskelinhalt gepresst werden. Sie wirken hier sofort in concentrirtem Zustande ein, während andere Partien der Muskelsubstanz noch intakt bleiben, und so ist es erklärlich, dass länger andauernde Zuckungen zu Stande kommen. Bei dem dest. Wasser scheinen noch andere Verhältnisse mitzuwirken, schon das kommt in Betracht, dass es die Muskelsubstanz nicht so rasch tödtet, wie Alkohol und die angeführten Säuren. Die Richtigkeit der gegebenen Erklärung dahingestellt, so viel ging aus diesen Vorversuchen unzweifelhaft hervor, dass ich für meine weiteren Experimente vom dest. Wasser, dem Chloroform und Aether absehen und mich auf den Alkohol, die Essig- und die Milchsäure beschränken musste.

Zu den Versuchen selbst bediente ich mich der thermoelektrischen Methode. Herr Geh. Rath Traube war so gütig, mir für diesen Zweck eine Wiedemann'sche Thermobussole zur Disposition zu stellen. Bei dem beschränkten Raum, den das Berliner physiologische Laboratorium bietet, konnte ich das Ablesungsfernrohr nur in einer Entfernung von 1 $^1/_3$ Mtr. zwischen Objectiv und Magnetspiegel anbringen. Um diesen Nach-

theil einigermassen zu compensiren, sah ich mich genöthigt, die Empfindlichkeit der Bussole durch eine möglichst vollständige Astasirung des Magnetspiegels zu steigern, wofür ich allerdings wieder ein geringes Wandern des Nullpunkts in den Kauf nehmen musste. Die Thermosäule bestand aus vier drahtförmigen Neusilber-Eisenelementen, die in der thermoëlektrischen Spannungsreihe dem Wismuth-Antimon zunächst stehen und für die technische Bearbeitung viel bequemer sind als diese. Die Drähte gut gefirnisst, ca. 12 Ctm. lang und 1 Mmtr. dick und durch endständige, zugespitzte Löthstellen verbunden, liefen über einen schmalen Holzsteg, der quer unter ihrer Mitte lag, so hinweg, dass sie beliebig leicht gebogen werden konnten.



Die freien Enden der Säule konnten durch Klemmen mit den zum Multiplicator führenden Elektroden verbunden werden. Im Uebrigen genügt ein Blick auf die beigefügte Figur[1]), in der die Eisendrähte durch ausgezogene, die Neusilberdrähte durch punktirte Linien angedeutet sind, um den einfachen Bau der Säule zu veranschaulichen. Bei der Anordnung der beiden

1) Der Deutlichkeit wegen sind in der Zeichnung die Abstände der Drähte von einander etwas zu gross angegeben.

Drahtrollen der Bussole neben einander, die sich für meine Versuche am zweckmässigsten erwies, war die Empfindlichkeit der beschriebenen Apparate so, dass 1 Mmtr. Ausschlag $^1/_{60}$° C. entsprach. Bei meinen Messungen handelte es sich immer nur um geringe Abweichungen des Spiegels vom Nullpunkt, noch innerhalb der Grenzen, in denen Proportionalität zwischen Stromstärke und Grösse angenommen werden durfte.

Der Gedanke, der meinen Versuchen zu Grunde lag, war der, die Temperaturverhältnisse in schon starren und eben erstarrenden Muskeln zu vergleichen, während sie sich sonst unter gleichen Bedingungen befanden und von der nämlichen Flüssigkeit durchströmt wurden. Dazu benutzte ich die folgende Anordnung. Ein curarisirter Frosch wurde mit $^3/_4$ $^0/_0$iger Kochsalzlösung in der früher angegebenen Weise gut ausgewaschen und darauf ein Bein desselben durch Immersion in auf 45° C. erwärmtes Wasser starr gemacht. Nach dieser Procedur wurde das Thier wieder abgekühlt, die Löthstellen der Thermosäule, wie erwähnt, je 4 auf jeder Seite, durch Hautschlitze in die Muskulatur der Oberschenkel versenkt und die Säule mit der Bussole verbunden. Der so hergerichtete Frosch wurde nun auf einem Brettchen in den feuchten Raum unter einen Glaskasten gesetzt, vorher jedoch die von der ersten Injection im Bulb. aort. liegen gebliebene Canüle mit dem zugehörigen Kautschukschlauch verbunden, für dessen Durchtritt ebenso wie für die Elektroden Schlitze in dem Glaskasten angebracht waren.

Nach diesen Vorbereitungen konnte der eigentliche Versuch beginnen; ein Punkt jedoch bleibt noch vorher zu erörtern. Die Bedingungen, die der starre und der lebende Oberschenkel für den Durchtritt von Flüssigkeiten bieten, sind nicht die gleichen. In dem starren Bein sind die Gefässe verengt, zum Theil durch directen Einfluss der Hitze auf das Gefässrohr, zum Theil durch Compression von Seiten der geronnenen Muskeln, ausserdem ist ein Theil der Capillaren durch festsitzende Blutkörperchen, die immer zurückbleiben, so sorgfältig das Thier auch vorher ausgewaschen ist, verstopft. Injicirt man einem solchen Frosch mit etwas chinesischer Tusche angeriebenes Wasser in die Gefässe, so kann man in der Schwimm-

haut des lebenden Beins das Phänomen des Kreislaufs sehr schön hervortreten sehen, während am starren Bein wenig davon zu finden ist. Die grossen Gefässe bleiben natürlich durchgängig. Die Folge der erörterten Umstände ist, dass in der Zeiteinheit weniger Flüssigkeit in das starre Bein dringt, als in das lebende und das letztere daher rascher die Temperatur der injicirten Flüssigkeit annimmt. Zum Ueberfluss habe ich mich von der Richtigkeit dieser Annahme durch Versuche mit erwärmter Flüssigkeit überzeugt. Man muss deshalb zur Vermeidung von Fehlern stets dafür sorgen, dass der Frosch und die Injectionsflüssigkeit gleich temperirt sind. Eine andere hierher gehörende Cautele wird weiter unten erwähnt.

Nach dieser Abschweifung nehme ich den Faden der Darstellung wieder auf. Wir hatten den Frosch unter dem Glaskasten verlassen, nachdem alle Vorbereitungen zum eigentlichen Versuch schon getroffen waren. Es wurde nun zuerst dem Thier wieder Kochsalzlösung in der oben beschriebenen Weise injicirt und der Bussolenspiegel beobachtet. Es erfolgte kein Ausschlag. Jetzt wurde die Kochsalzlösung durch 15 $^0/_0$ige Essigsäuremischung ersetzt. Die Starre trat in dem von den Thermonadeln durchbohrten Oberschenkel meist etwas langsamer ein als sonst, wahrscheinlich weil die Gefässe zum Theil durch die Thermonadeln comprimirt wurden; der Magnetspiegel aber blieb in allen Fällen ruhig, in denen der Versuch rein verlief. Ebenso ergaben die Experimente mit Alkohol (20 $^0/_0$) und mit Milchsäure (10 $^0/_0$) nur negative Resultate. Es ist selbstverständlich, dass bei Versuchen, wie die vorliegenden, oft Störungen eintreten, die den eigentlichen Erfolg verdeckten; wo ich aber diese Störungen vermied, war das Ergebniss immer negativ. Die Muskeln verloren ihre Erregbarkeit, wurden weisslich-trüb und hart; der Magnetspiegel aber verharrte ruhig in seiner Lage. Versuchstabellen führe ich nicht an, da es sich um keine positiven Ermittelungen handelt. Einen Punkt bin ich noch zu berühren schuldig. Alle drei erwähnten Substanzen bilden Wärme bei ihrer Mischung mit Wasser, und zwar in dem angegebenen Verhältniss Essigsäure 0,5° C., Milchsäure 0,6° C. und Alkohol 6° C. Da nun auch Wärme frei wird,

wenn sich diese Mischungen ihrerseits wieder mit Wasser verbinden, z. B. im Froschkörper, und da, wie bereits erörtert, die Flüssigkeiten rascher in das lebende Bein eindringen, als in das starre, so kann in jenem Anfangs mehr Wärme in der gleichen Zeit gebildet werden, als in diesem und ein Ausschlag des Magnetspiegels in dem betreffenden Sinne eintreten. Bei der Alkoholinjection kann man diesen Ausschlag beobachten; bei den übrigen Substanzen jedoch nicht wohl wegen der zu grossen Kleinheit der Temperaturdifferenzen. Aber auch beim Alkohol vermeidet man diese Störung und mit ihr eine Gelegenheit zu Fehlschlüssen, wenn man die Injection im Anfange langsam bewerkstelligt.

Es ist hinreichend bekannt, dass Erstarrung und Gerinnung des Muskels nicht völlig identische Vorgänge sind und dass der Muskel fest werden kann, während andere Erscheinungen, die wir als charakteristisch für die Starre ansehen, fehlen. In seiner berühmten Arbeit „über die angeblich saure Reaction des Muskelfleisches“ hat du Bois-Reymond nachgewiesen (S. 289), dass der Muskel durch Siedehitze gerinnt, ohne sauer zu werden, und dass auch in absolutem Alkohol erstarrte Muskeln nicht deutlich sauer reagiren (S. 310). Demnächst hat Hermann gefunden (a. a. O. S. 102), dass die Kohlensäurebildung, die bei der spontanen und der Wärmestarre vorhanden ist, bei der Säurestarre fehlt. Zu diesen Ermittelungen stimmen sehr gut meine oben angeführten Befunde. Offenbar fällen die erwähnten Substanzen, Alkohol, Essig- und Milchsäure, die Eiweisskörper des Muskels, ohne zugleich jenen eigenthümlichen Spaltungsprocess auszulösen, der, abgesehen von der Ausscheidung eines festen Gerinnsels, auch durch die Bildung von Kohlen- und fixer Säure und Wärme charakterisirt ist.

Immerhin erfüllte mich die Reihe negativer Ergebnisse, von denen ich oben berichtet habe, mit einem gewissen Misstrauen gegen die positiven, soweit ich sie bei der Wärmestarre beobachtet hatte; glücklicher Weise gelang es mir jedoch, auf einem anderen Wege eine Analogie für die letzteren zu finden, und zwar durch Versuche an Fischen. Für den vorliegenden Zweck vereinigen diese Thiere in sich die Vorzüge der Kalt-

und Warmblüter, da sie, ausgestattet mit einer mächtigen Muskulatur, bald nach dem Tode erstarren, ohne zugleich wie die Warmblüter eine störende Abkühlung ihres Körpers zu erleiden. Ich benutzte zu meinen Experimenten fast ausschliesslich Leuciscus erythrophthalmus (gem. Plötze). Das Thier wurde an ein kurzes dickes Brettchen, das mit Bleigewichten beschwert war, der Länge nach so befestigt, dass sein Kopf das eine Ende des Brettchens überragte. In die Rückenmuskulatur wurden darauf die vier Löthstellen der einen Seite der Thermosäule eingestochen, die durch Klemmen mit den zur Bussole führenden Elektroden verbunden war. Der an dem beschwerten Brettchen befestigte Fisch wurde nun mit sammt der Thermosäule in ein Becken mit Wasser gesetzt, so dass alles, auch die Klemmen, ganz untertauchte. Von den Löthstellen der Thermosäule steckten also die vier der einen Seite in den Muskeln des Fisches, während die vier anderen sich frei im Wasser befanden und zwar stets der Oberfläche näher als jene. Nachdem der Bussolenspiegel minutenlang eine nahezu constante Stellung eingenommen hatte, wurde dem Fisch mittels einer starken Scheere der Kopf mit einem Mal abgeschnitten. Bei einiger Vorsicht lässt sich das vollziehen, ohne dass das Thier erheblich zuckt und ohne dass der Spiegel im Geringsten seine Stellung ändert. Es schien mir deshalb auch nicht nöthig, die Fische für den Versuch zu curarisiren [1]). Etwa $^1/_2$ Stunde nach der Ent-

1) In einigen Fällen, wo ich eine subcut. Curareinjection bei Fischen machte, fiel mir auf, dass nach den Erfahrungen am Frosch zu urtheilen, verhältnissmässig sehr grosse Dosen von dem Gifte nöthig waren, ehe die Wirkung eintrat und dass sie auch dann noch nur langsam erfolgte. Als ich diesen Punkt bei Gegelegenheit eines Vortrags im hiesigen physiologischen Verein hervorhob, machte Hr. Dr. Hermann darauf aufmerksam, dass die Ursache der Erscheinung wahrscheinlich in der raschen Ausscheidung des Giftes durch die Kiemen, die eine grosse, reich vascularisirte Oberfläche bieten, zu suchen sei. Danach würde das mitgetheilte Factum aus dem von dem genannten Forscher in seiner Arbeit: „Ueber eine Bedingung des Zustandekommens von Vergiftungen" (Dieses Archiv, 1867, Seite 64 bis 75) entwickelten Princip von der Compensation der Aufnahme von Giften durch rasche Ausscheidung zu erklären sein. Beiläufig möchte ich hier eine kleine Beobachtung erwähnen, die ich an

hauptung fangen die Muskeln an sich zu trüben, reagiren deutlich sauer und zucken auch auf starke elektrische Reize nicht mehr. Schon vorher zeigt der Spiegel einen allmälig wachsenden Ausschlag in dem Sinne, der ein Wärmerwerden des Fisches angiebt. Der nähere Gang ist aus der nachfolgenden Tabelle zu ersehen; die Versuchsanordnungen sind die oben beschriebenen.

Versuch mit Leuc. erythrophth., 30. 11. 67.

I. Zeit der Ablesung.	II. Stand des Spiegels bei offenem	III. Stand des Spiegels bei geschlossenem Kreise.	IV. Grösse des Ausschlags.	V. Temp. des Wassers.	Bemerkungen.
1h. 50.	494	489	— 5	12,5° C.	Der neg. Ausschlag bedeutet, dass der Fisch wärmer ist als das Wasser.
1. 55.	493,5	489	— 4,5	12,55	
2.	493,5	490	— 3,5	12,6	
2h. 4.	494,5	491	— 3,5	12,66	
2. 8.	495	491,8	— 3,2	12,7	
					Kopf abgeschnitten.
2. 11.	497	494,3	— 2,7	12,75	
„ 14.	497	494,6	— 2,4	12,8	
„ 16.	496,8	494	— 2,8	12,8	
„ 20.	497,2	493	— 4,2	12,84	
„ 24.	497,4	491,8	— 5,6	12,9	
„ 28.	497	490,5	— 6,5	12,93	
„ 32.	495	487,8	— 7,2	12,98	
„ 36.	495	487,4	— 7,6	13	
„ 40.	495	487	— 8	13	
„ 45.	495	486,5	— 8,5	13,1	
„ 50.	495	486,1	— 8,9	13,1	
„ 55.	495,6	486,4	— 9,2	13,2	
3.	496,2	486,8	— 9,4	13,2	
3. 30.	496,5	487,3	— 9,2	13,3	
3. 50.	496	486,9	— 9,1	13,35	Ablesungen für heute ausgesetzt u. alles bis zum nächsten Tage so stehen gelassen.
		1. 12. 67.			
10h.	497	497,8	+ 0,8	12,6	
		Versuch beendet.			

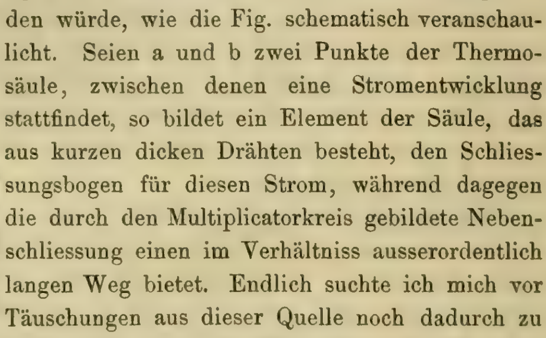
Fröschen machte. In 3 Fällen, wo ich darauf achtete, fand ich, dass unter sonst gleichen Bedingungen männliche Frösche viel grössere Curaremengen verbrauchen, ehe sie gelähmt werden, als weibliche.

Für jede Ablesung wurde, wie Columne II ergibt, der Nullpunkt des Spiegels wegen seiner Inconstanz besonders bestimmt. Aus den mitgetheilten Zahlen ergiebt sich, dass der Fisch anfangs ein wenig wärmer war als das Wasser. Während die Differenz und mit ihr der Ausschlag abnimmt, wird dem Thier der Kopf abgeschnitten. Kurze Zeit geht der Spiegel noch in der alten Richtung fort, bis er 8 Minuten nach der Operation anfängt in der entgegengesetzten zu wandern, zum Zeichen, dass die Temperaturdifferenz wieder zunimmt. Der Ausschlag wächst von nun an continuirlich und erreicht ca. $^3/_4$ Stunden nach der Decapitation sein Maximum, nämlich 9,4 Milli-, mtr. Da 1 Mmtr. gleich $^1/_{60}°$ C., so entspricht dies 0,156° C. und selbst wenn man den Ausschlag von 2,4 Mmtr., der um $2^h\ 14^m$ abgelesen wurde, als constant annimmt, so bleiben noch immer 7 Mmtr. gleich 0,11° C.

Was ist die Ursache dieser Erscheinung?

Es kann nicht meine Absicht sein, hier alle irgend erdenklichen Möglichkeiten zu discutiren, die sich als hinfällig erweisen, so wie man einen Blick auf die mitgetheilte Tabelle wirft. Das wäre eine zwar wohlfeile, aber unnütze und ermüdende dialektische Spielerei. Zunächst constatire ich kurz, dass Muskelzuckungen während des Versuchs, namentlich bei der Decapitation, nicht stattgefunden haben. Was die geringe Temperaturzunahme des Wasser anbetrifft, über die Columne V Auskunft giebt, so musste dieser Umstand grade eine entgegengesetzte Ablenkung des Spiegels hervorrufen, als sie wirklich stattfand. Denn da die Muskelmasse, wie schon früher erwähnt worden, ein schlechterer Wärmeleiter ist, als das Wasser, so musste sie auch weniger rasch erwärmt werden, als dieses. Es ist ferner ausdrücklich hervorgehoben worden, dass die im Wasser befindlichen Enden der Thermosäule der Oberfläche näher waren, als die in der Muskulatur des Fisches versenkten. Man könnte nun noch hydroëlektrische Stromwirkungen für den Ausschlag in Anspruch nehmen wollen. Denn wenn auch die Thermonadeln gut gefirnisst waren, so bleibt es natürlich immer möglich, dass an einzelnen Stellen metallische Flächen freilagen. Gegen diese Vermuthung spricht aber erstens der ganze

Gang des Ausschlags. Denn wenn solche Ströme bestanden, so waren sie von dem Moment an vorhanden, wo die Thermosäule in das Wasser getaucht wurde, und mussten also während des ganzen Versuches in gleicher Weise wirken; wenigstens ist ein Zusammenhang zwischen ihrer Entstehung und der Decapitation von Fischen bisher noch nicht nachgewiesen. Zweitens spricht dagegen die Grösse des Ausschlags, da für diese an sich sehr schwachen Ströme der Multiplicatorkreis eine verhältnissmässig sehr widerstandsreiche Nebenschliessung bilden würde, wie die Fig. schematisch veranschaulicht. Seien a und b zwei Punkte der Thermosäule, zwischen denen eine Stromentwicklung stattfindet, so bildet ein Element der Säule, das aus kurzen dicken Drähten besteht, den Schliessungsbogen für diesen Strom, während dagegen die durch den Multiplicatorkreis gebildete Nebenschliessung einen im Verhältniss ausserordentlich langen Weg bietet. Endlich suchte ich mich vor Täuschungen aus dieser Quelle noch dadurch zu schützen, dass ich nicht immer dieselben Enden der Thermosäule in den Fisch einstach, sondern damit abwechselte. So bleibt meines Erachtens keine andere Erklärung zulässig, als jenen Ausschlag auf eine Wärmeentwicklung zurückzuführen, die bald nach der Decapitation in dem Thiere beginnt. Hier liegen nun wieder zwei Möglichkeiten vor; man kann die Gerinnung des Blutes oder die Erstarrung der Muskeln als die Wärmequelle ansehen. Aus späteren Versuchen ergiebt sich in der That, dass bei der Gerinnung des Blutes Wärme frei wird; aber dieser Umstand kommt hier kaum in Betracht, weil bei der Decapitation des Thieres fast das ganze Blut ausfliesst. So führt die ganze Argumentation zu dem Resultat, dass die beobachtete Wärmeproduction lediglich auf die Erstarrung der Fischmuskeln zurückzuführen sei. Ich will hier noch hervorheben, dass die Wärmeproduction beginnt, lange bevor man die gröberen Zeichen der Starre wahrnehmen kann, zu einer Zeit, wo die Muskeln noch gut erregbar sind. Auf die Bedeutung dieses Punktes komme ich später wieder zurück. Wie lange



das Maximum des Ausschlags bleibt, habe ich nicht sicher ermittelt. Es scheint, dass es stundenlang anhält, bevor ein Sinken eintritt, doch fehlen mir sichere Erfahrungen. Jedenfalls verhindert die ausserordentlich schlecht leitende Schuppendecke eine rasche Abkühlung; vielleicht sind später auch beginnende Fäulnissprocesse von Einfluss. Natürlich schwindet der Ausschlag sofort, wenn man das Wasser längere Zeit kräftig umrührt. Bestimmte Werthe über die Wärmezunahme erstarrender Fische möchte ich nicht angeben. Die Zahlen, die man in den einzelnen Versuchen erhält, sind sehr verschieden, und in der That concurriren hier auch mehrere schwer zu controllirende Umstände: Temperaturverhältnisse des Wassers, Masse des Thiers, Tiefe bis zu der die Löthstellen der Thermosäule eingestochen sind u. s. w. Es scheint auch, dass bei den einzelnen Arten Verschiedenheiten existiren. Wenigstens sah ich in zwei Versuchen mit Perca fluviatilis[1]) eine geringere Wärmeproduction, als bei Leuciscus erythrophthalmus. Bei etwa 15—20 Ctm. grossen Exemplaren der letzteren Art, wie ich sie gewöhnlich benutzte, belief sich die beobachtete Wärmezunahme in der Regel auf etwas mehr als 0,1° C., niemals erreichte sie 0,2° C.

Ausser bei den Muskeln beabsichtigte ich auch bei anderen coagulirenden Substanzen den Gerinnungsact auf Wärmebildung zu untersuchen. Ich benutzte hierzu zuerst Hydroceleflüssigkeit, die ich durch fibrinoplastische Substanz zum Gerinnen bringen wollte, aber alle meine Versuche nach dieser Richtung missglückten schon in diesem Vorstadium. Auch von der Milch musste ich absehen, weil dieselbe nur unter Einwirkung von Säuren rasch gerinnt; hierbei aber die durch Vermischung der Säure mit dem Wasser gebildete Wärme nicht zu eliminiren ist. Glücklicher war ich in meinen Versuchen mit Blut. Ich benutzte hierzu Pferdeblut, das bekanntlich verhältnissmässig langsam gerinnt; besonders die ersten dem Thier entnommenen

1) Es hat mich sehr freudig überrascht, als ich nachträglich in der bereits citirten Arbeit von du Bois-Reymond (a. a. O. S. 310) die Angabe fand, dass das erstarrende Barschfleisch nicht deutlich sauer werde. Es scheint danach, dass die nämlichen Ursachen der Säuerung und der Wärmebildung zu Grunde liegen.

Portionen desselben. Die Experimente, die ich in der hiesigen Thierarzneischule ausführte, wurden folgendermassen angestellt. Aus einer Aderlasswunde wurde eine Portion Blut in einem Becherglase aufgefangen; eine zweite in einer Flasche, die durch gute Umhüllung mit Watte vor Abkühlung möglichst geschützt war. Durch den durchbohrten Kork der Flasche wurde ein Geissler'sches, in $^{1}/_{10}$° C. getheiltes Thermometer so hindurch gesteckt, dass sein Quecksilbergefäss in dem Blute untertauchte. Die Abkühlung des Blutes in der Flasche erfolgte nun sehr langsam, und wenn bei der Gerinnung eine merkliche Wärmebildung stattfand, so musste der Gang der Abkühlung hierüber Auskunft geben. Die Zeit der Gerinnung konnte an dem im Becherglas befindlichen Blut bestimmt werden. Ich habe drei solche Versuche angestellt, alle mit dem nämlichen positiven Erfolg. Die näheren Daten giebt die nachstehende Tabelle, in der die Ablesungen von 2 zu 2 Minuten verzeichnet sind, um die Zahlencolumne nicht zu sehr anschwellen zu lassen. Beim Versuch selbst las ich jede halbe Minute ab.

Den 8. 12. 1867.

I. Ablesungszeit.	II. Temperat. des Blutes.	III. Grösse der Abkühlung.	IV. Mittel für die Minute.	
7h. 50.	33° C.			
52.	34			
54.	33,8			
56.	33,2	0,6	0,3	
58.	32,4	0,8	0,4	
8 „	32,13	0,27	0,135	Das Blut in dem Becherglase fängt an zu gerinnen.
2.	32	0,13	0,065	
4.	32	0,0	0,0	
6	31,88	0,12	0,06	
8.	31,73	0,15	0,075	
10.	31,51	0,22	0,11	
12.	31,26	0,25	0,125	
14.	31	0,26	0,13	
16.	30,7	0,30	0,15	
18.	30,42	0,28	0,14	
20.	20,15	0,27	0,135	
22.	29,85	0,30	0,15	

u. s. w.

Die beiden ersten Ablesungen fielen in eine Zeit, wo das Thermometer die Temperatur des Blutes noch nicht angenommen hatte. Den höchsten Stand erreichte es um $7^h\ 53^m$, nämlich 34,1. Den übrigen Theil der Tabelle kann man in drei Abschnitte bringen. In dem ersten sinkt die Temperatur des Blutes mit erheblicher, aber deutlich abnehmender Geschwindigkeit; im zweiten bleibt sie nahezu constant; im dritten fällt sie wieder mit allmälig wachsender Geschwindigkeit. Die Zahlen sind hierfür so schlagend wie möglich. Von $7^h\ 54^m$ bis 8^h fällt das Thermometer um 1,67° C., also im Mittel für die Minute um 0,28° C.; von 8^h bis $8^h\ 6^m$ nur um 0,25, was für die Minute ein Mittel von 0,04° C. giebt; von $8^h\ 6^m$ bis $8^h\ 12^m$ wieder um 0,62° C. gleich einem Mittel für die Minute von 0,1° C. u. s. w. Offenbar bleibt während des ganzen Versuchs die Wärmeabgabe des Blutes für jede Minute nahezu die gleiche, denn ceteris paribus hängt dieselbe ab von der Temperaturdifferenz des Blutes und der umgebenden Luft. Die letztere war höchstens 12—14° C. warm; es änderte sich also jene Differenz im Laufe des Versuchs verhältnissmässig sehr wenig. Wenn aber die gefundenen Werthe so erheblich von einander abweichen, so ist dies nur dadurch zu erklären, dass während des Versuchs eine neue Wärmequelle hinzukommt. Ihr Einfluss beginnt am Ende des ersten Abschnitts, compensirt während des zweiten den Verlust durch Abkühlung fast ganz; besteht aber dann fort, allmälig schwächer werdend, bis an das Ende des Versuchs und darüber hinaus. Denn während das Blut um $7^h\ 58^m$ bei einer Temperatur von 32,4° C. in jeder Minute 0,4° C. abgiebt, verliert es um $8^h\ 22^m$, wo es noch 29,85° C. warm ist, nur 0,15 in der Minute, und doch hatte es sich der Temperatur der umgebenden Luft noch wenig genähert. Worin anders will man aber die vorhandene Wärmequelle suchen, als in der gleichzeitig stattfindenden Gerinnung des Blutes?

Zu der ganzen Reihe von Analogien, die schon Brücke zwischen der Gerinnung des Blutes und der Erstarrung der Muskeln hervorgehoben hat, kommt nun eine neue und, wie mir scheint, sehr wesentliche hinzu: bei beiden Processen findet

Wärmebildung statt. Die Annahme, dass beide Vorgänge identischer Natur sind, wird dadurch immer wahrscheinlicher.

Es sei mir hier gestattet, mit einigen Worten auf die Ursache der bei beiden Processen nachgewiesenen Wärmeproduction einzugehen. A priori liegen hier zwei Möglichkeiten vor. Entweder kann man den Uebergang aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand als die Ursache ansehen, oder die bei der Erstarrung resp. Gerinnung stattfindenden chemischen Vorgänge. Gegen die erste Annahme sprechen erhebliche Gründe. Die Menge des Blutfibrins ist so gering (0,2 %), dass man sich schwer vorstellen kann, wie eine Veränderung seines Aggregatzustandes einen merklichen Einfluss auf die Temperatur der gesammten Blutmasse haben solle. Man müsste dem Fibrin einen enormen Vorrath an latenter Wärme zuschreiben, besonders wenn man erwägt, dass es doch nur aus dem flüssigen in den gallertigen, nicht eigentlich festen Zustand übergeht. Ferner haben die Versuche an Fischen gezeigt, dass die Wärmebildung zu einer Zeit beginnt, wo von einer Gerinnung des Muskelfibrins noch nicht die Rede sein kann. Endlich gelingt es ja, und das ist wohl entscheidend, das flüssige Muskelfibrin zu coaguliren, ohne dass hierbei eine merkliche Wärmebildung stattfindet. Das ergeben die früher angeführten Versuche mit Alkohol, Essig- und Milchsäure. Unzweifelhaft ist also der Einfluss der Veränderung des Aggregatzustandes so minimal, dass er sich der Messung entzieht und es bleibt daher nur übrig, die Wärmebildung bei der Starre resp. Gerinnung auf chemische Processe zurückzuführen.

Es ist in der vorstehenden Abhandlung wiederholt der Punkt berührt worden, ob die Wärmebildung lediglich dem Erstarrungsprocess, wie er sich der grob sinnlichen Wahrnehmung bietet, eigen oder ob sie schon am ausgeschnittenen, im Sinne der Physiologen noch lebenden Muskel nachzuweisen ist. Der Gegenstand ist für die Lehre von der Starre von hoher Wichtigkeit. Es ist die Frage, ob man die Starre als einen Vorgang sui generis betrachten soll, der über den Muskel eine bestimmte Zeit, nachdem er der Blutcirculation beraubt ist, mit einer gewissen Plötzlichkeit hereinbricht, oder wie dies Her-

mann thut, nur als das Endglied einer fortlaufenden Kette von Erscheinungen, die schon im noch lebenden Muskel thätig sind. Da uns das Wesen der chemischen Processe im lebenden und erstarrenden Muskel bisher noch unbekannt ist, so müssen wir uns zur Entscheidung der gestellten Frage vorerst noch an die Erscheinungen halten. Als charakteristisch für die Starre, wenn wir von den negativen Eigenschaften absehen, sind bisher festgestellt die Ausscheidung eines festen, trüben Gerinnsels, die Bildung von fixer und von Kohlensäure und ausserdem von Wärme. Schon bis jetzt sind mehrere dieser Erscheinungen als gemeinsam nachgewiesen sowohl dem erstarrenden, wie dem völlig frischen ausgeschnittenen Muskel. Für die CO_2-Bildung hat dies Hermann (a. a. O. S. 27) gethan; ausserdem hat derselbe Forscher gefunden (a. a. O. S. 73), dass der ruhende Muskel unter Umständen sauer reagirt, bevor er noch seine Erregbarkeit eingebüsst hat. Ich hoffe nun nachzuweisen, dass auch für die Wärmebildung diese Gemeinsamkeit existirt.

Zu den ersten Versuchen über diesen Gegenstand diente wiederum der Frosch. Die Präparation erfolgte ganz in der früher beschriebenen Weise. Das Thier wurde curarisirt, mit Kochsalzlösung ausgewaschen, ein Bein wärmestarr gemacht, wieder abgekühlt und darauf je vier Enden der Thermosäule in die Oberschenkel des lebenden und des starren Beins eingestochen. Das Ganze wurde in einen feuchten vor Luftzug geschützten Raum gesetzt. Es sollte sich nun zeigen, ob unter gleichen äusseren Bedingungen die lebenden Muskeln wärmer sind, als die starren. Da es sich voraussichtlich nur um sehr geringe Differenzen handeln konnte, so brachte, ich trotz der Schwierigkeiten des engen Raums für diese Versuche, das Ablesungsfernrohr in grösserer Entfernung von der Bussole an, so dass ich eine Empfindlichkeit von nahezu $^1/_{100}$° C. für einen Millimeter Ausschlag erzielte. In einer Reihe solcher Versuche, von denen einzelne sich auf einen Zeitraum von drei Tagen erstreckten, fand ich constant einen Ausschlag von 2 bis 3 Millimetern in dem Sinne, der eine grössere Wärme des lebenden Schenkels anzeigte. In den wenigen Fällen, wo ich den Versuch bis zur Erstarrung der Muskeln fortsetzte, sah ich den

Ausschlag nicht mehr, nachdem die Starre eingetreten war. Die Zeit zu bestimmen, wann dieser Ausschlag beginnt, war mir bei diesen Versuchen nicht möglich. Es ist nämlich viel schwieriger die Thermonadeln in das lebende Bein einzustechen, als in das starre; und da man deshalb an dem ersteren länger manipuliren muss, so wird es auch mehr erwärmt, als das zweite. Der durch diese Differenz bedingte, erst allmälig schwindende Ausschlag geht in der Regel unmittelbar und ohne scharfe Grenze in den oben erwähnten constanten über. Was diesen letzteren anbetrifft, so ist er so gering, dass er, wenn man noch die grosse Empfindlichkeit des messenden Apparats in Betracht zieht, nur eine schwache Stütze für weitere Schlüsse bieten kann. Man könnte u. A. einwenden, dass durch das Einstechen der Thermonadeln einzelne Muskelfasern zerreissen und in Folge der Verletzung ihr Inhalt erstarrt und dass hierin die geringe Wärmequelle zu suchen sei. Freilich wäre es schwer zu denken, dass diese Quelle tagelang fliessen solle, aber ich gebe doch gern zu, dass diese Versuche für sich allein wenig beweiskräftig und wenig geeignet sind, als alleinige Grundlage für weitere Folgerungen zu dienen. Anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn man die an Fischen gemachten Experimente hinzunimmt. Wenige Minuten nach der Decapitation zeigt der Ausschlag des Bussolenspiegels eine Wärmeproduction in den Fischmuskeln an. Von den Zeichen der Starre ist noch nichts vorhanden. Die Muskeln sind noch gut erregbar und sehen frisch aus. Diese Wärmebildung nimmt langsam, aber continuirlich, nirgend sprungweise zu, bis sie mit der ausgeprägten Starre ihr Maximum erreicht hat. Hat man diese an den Fischen gemachten Erfahrungen im Auge, so erscheint es auch mehr berechtigt, die oben angeführten Froschversuche so zu deuten, dass in der That eine stetige geringe Wärmeproduction in den überlebenden Muskeln bis nach erfolgter Starre stattfindet.

Ich bin oben von der Frage ausgegangen, ob die Starre als ein Vorgang sui generis oder nur als das Endglied einer Kette von Erscheinungen aufzufassen sei, die schon im frischen noch völlig erregbaren Muskel vorhanden sind. Die angeführten

Versuche sprechen für das letztere und sie fallen um so mehr in die Wagschale, als früher nachgewiesen ist, dass die Wärmeproduction auf chemische Processe im Muskel zurückzuführen ist. Danach dürfte man schliessen, dass diese Processe im völlig frischen, aber der Blutzufuhr entzogenen und im erstarrenden Muskel dieselben sind. Ob diese Wärmebildung schon im Muskel des lebenden Thieres vorhanden und auf die nämlichen Ursachen zurückzuführen sei, das ist meine Aufgabe nicht, hier zu erörtern. Es genügt mir, eine neue Stütze für die Annahme beigebracht zu haben, dass das Erstarren kein scharf abgegrenzter Zustand ist, wie man das etwa aus den Bezeichnungen „überlebender“ und „erstarrender“ Muskel schliessen könnte. Als Sprachbehelfe mögen diese Ausdrücke passiren; man muss sich nur erinnern, dass sie quantitativ und nicht qualitativ verschiedene Zustände bezeichnen.

Von dem Moment also, wo dem Muskel die Blutcirculation entzogen ist, beginnt er abzusterben und die hierbei thätigen Processe dauern continuirlich fort bis zum Eintritt der Starre, die sich allmälig durch jene Processe entwickelt. Während dieser Zeit werden in dem Muskel fortdauernd lebendige Kräfte frei: Elektricität, wie wir schon früher wissen, und Wärme, wie neuerdings gezeigt ist. Demnach folgt aus dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft, dass cet. par. der starre Muskel ärmer an Spannkräften ist, als der lebende. Würde man von zwei ganz gleichartigen Muskeln den einen rasch starr machen und dann die Verbrennungswärme beider bestimmen, so müsste dieselbe sich grösser ergeben für den lebenden als für den starren Muskel, und zwar grade um so viel, als der Verlust an lebendigen Kräften während des Erstarrens betrug. Es wäre von fundamentaler Wichtigkeit für die Muskellehre, die Grösse dieser Differenz zu bestimmen; aber die Schwierigkeiten eines solchen Versuchs sind derartig, dass man seine Ausführung wohl für immer in das Reich der frommen Wünsche verweisen muss.

Fassen wir die Resultate der vorstehenden Arbeit zusammen, so ergiebt sich zum Theil in Bestätigung des schon von Fick und Dibkowsky Gefundenen:

1. Nach Unterbrechung der Blutzufuhr findet in den Mus-

keln während der ganzen Zeit des Absterbens eine Wärmeproduction statt, die continuirlich andauert, bis Starre eingetreten ist.

2. Bei einer Temperatur von 40° C. und darüber, die also sofort Starre bewirkt, erfährt diese Production wahrscheinlich eine plötzliche Steigerung.

3. Bei der Gerinnung des Blutes wird ebenso, wie beim Erstarren der Muskeln, Wärme frei.

4. Die Ursache der Wärmebildung liegt nicht in einer Veränderung des Aggregatzustandes, sondern sehr wahrscheinlich in den der Erstarrung zu Grunde liegenden chemischen Processen.

Zum Schluss sage ich Herrn Prof. du Bois-Reymond, in dessen Laboratorium die vorstehende Arbeit ausgeführt ist, für seine Liberalität den innigsten Dank; ebenso Herrn Prof. Rosenthal, der mich durch seinen freundlichen Rath auf das Wirksamste unterstützt hat.

Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der phylactolaemen Süsswasserbryozoen, insbesondere von Alcyonella fungosa Pall. sp.

Von

H. Nitsche.

(Hierzu Tafel XI—XIV.)

Von den Bryozoen des süssen Wassers wurde zuerst das jetzt unter dem Namen Lophopus crystallinus Pall. sp. aufgeführte Thier bekannt. Trembley und Baker entdeckten es unabhängig von einander, und beschrieben es, ersterer als „Polype à Panache“ im Jahre 1744, letzterer als „Bell-flower Animal“ im Jahre 1753. Seit dieser Zeit ist die Bearbeitung dieses Theiles der Zoologie beinahe ausschliesslich englischen, französischen und niederländischen Forschern überlassen geblieben; unter den wenigen deutschen Bearbeitern hat nur Meyen einen entschiedenen Fortschritt in der Naturgeschichte dieser Thiere hervorgerufen, indem er der von O. F. Müller zuerst unter dem Namen Leucophra heteroclyta zu den Infusorien gestellten Entwickelungsstufe von Alcyonella den richtigen Platz anwies, und so den Grund legte zu der Entwickelungsgeschichte der Süsswasserbryozoen. Dagegen ist unsere Kenntniss der Anatomie dieser Thiere hauptsächlich an die Namen von Dumortier, van Beneden, Raspail, Gervais, Dalyell, Turpin, Hancock und Allman geknüpft, und besonders haben Dumortier und van Beneden in Belgien, und Allman in Schottland, seitdem sie dieses Gebiet betreten, dasselbe beinahe aus-

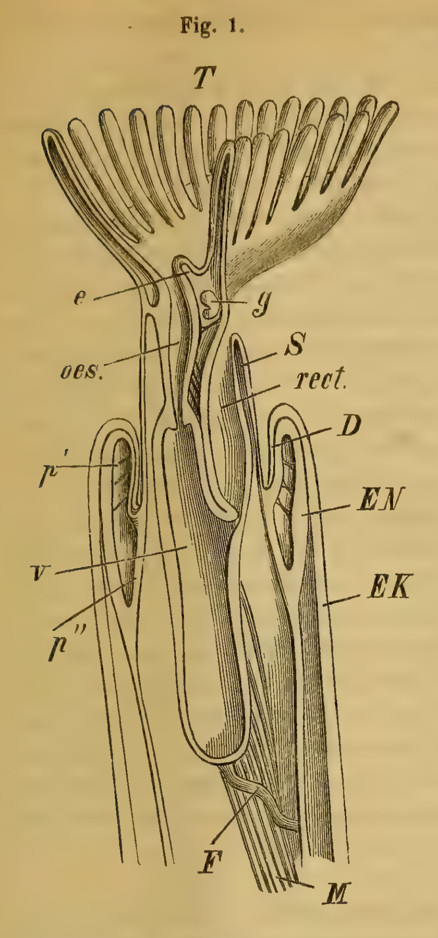
schliesslich beherrscht. Zuletzt hat Allman seine, in verschiedenen Zeitschriften zerstreuten Beobachtungen zu einer Monographie zusammengefasst. Seit dem epochemachenden Erscheinen dieses ausgezeichneten Werkes unter dem Titel „A Monograph of the Fresh-water Polyzoa. London 1856“, hat unsere Kenntniss der Anatomie der Süsswasserbryozoen keinen Schritt vorwärts gethan. Die seit 1856 gemachten Publikationen beschränken sich auf die Beschreibung einiger neuer Species.

Auf den folgenden Seiten ist der Versuch gemacht worden, von Neuem die Anatomie und einen Theil der Entwickelungsgeschichte der phylactolämen Süsswasserbryozoen an Alcyonella fungosa zu erläutern, und zwar mit grösserer Berücksichtigung der Histologie, als bisher geschehen.

Zwar mag es für einen Anfänger gewagt erscheinen, die Bearbeitung eines Stoffes zu unternehmen, der bereits so vielfach von Meistern behandelt worden ist, indessen wird bei dem schnellen Fortschritt der Wissenschaft eine Revision der bekannten Thatsachen nach Verlauf von zwölf Jahren wohl nicht ganz unangebracht sein. Die Anregung zu dieser Arbeit verdanke ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Dr. A. Schneider, der mich auch während der ganzen Dauer meiner Untersuchungen auf das Gütigste mit seinem Rathe unterstüzt hat. Ihm dafür an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen, ist mir eine angenehme Pflicht. Auch Herr Geheimrath Reichert hat mich durch die freundliche Darleihung der Allmanschen Monographie tief verpflichtet.

Da Allman die ganze einschlagende Literatur auf das Sorgfältigste benutzt hat, so brauche ich mich allein auf seine Monographie zu beziehen. Seine neue Terminologie ist allgemein angenommen worden, und dieselbe wird im Folgenden ebenfalls benutzt werden, mit Einschluss der von Allman adoptirten Huxley schen Bezeichnungen „Neural- und Hämalseite“ für Rücken und Bauchseite. Es ist aber leicht ersichtlich, dass diese Bezeichnungen bei dem Mangel eines Blutgefässsystemes sehr gesucht sind, und dass ihre Berechtigung überhaupt nur auf der Vergleichung der Bryozoen mit den Tunicaten beruht. Auch sind diese Ausdrücke für die Mollusken überhaupt in

Fig. 1.



Schematische Darstellung einer phylactolaemen Süsswasserbryozoe; ausgestülpt. Das Thier ist durch einen Schnitt, der durch die Mittellinien der Hämal- und Neuralseite gelegt ist, halbirt, *T* Tentakelkrone, *S* Tentakelscheide, *D* Duplicatur, *EN* Endocyste, *EK* Ectocyste, *F* Funiculus, *M* Muskeln, *e* Epistom, *g* Ganglion, *oes* Oesophagus, *rect.* Rectum, *v* Magen, *p'* vordere Parietovaginalmuskeln, *p''* hintere Parietovaginalmuskeln.

Deutschland durchaus nicht allgemein gebräuchlich; indessen waren passendere Ausdrücke nicht zu finden, indem die von Allman verworfenen Ausdrücke: „Rücken- und Bauchseite“ wirklich zu viel sagen, und auch die Bezeichnungen „Darm- und Schlundseite“, die den grossen Vorzug haben, auf wirklichen Verhältnissen zu beruhen, nicht wohl anwendbar sind, da man alsdann bei der Beschreibung des Darmtractus auf zu grosse Schwierigkeiten stösst.

Die Neuralseite, zunächst des Oesophagus, ist diejenige, der das Ganglion (*g*) aufliegt, die Hämalseite ist die entgegengesetzte. Von dem Oesophagus werden dann diese Bezeichnungen auf die entsprechenden Seiten aller übrigen Organe übertragen. In der nebenstehenden Figur ist

die linke Seite die Hämalseite, die rechte hingegen die Neuralseite.

Alcyonella fungosa wurde für diese Untersuchungen gewählt, weil dieselbe, in den Gewässern des Berliner Thiergartens in Menge vorkommend, am leichtesten zu beschaffen war, und sich ausserdem durch ihre Grösse empfiehlt.

Alcyonella fungosa ist eine wohl characterisirte Species. Zuerst 1768 von Pallas beschrieben als Tubularia fungosa, stellte Lamarck 1816 für sie das Genus Alcyonella auf, das im Augenblick noch zwei weitere Species umfasst.

Die Charaktere der Gattung Alcyonella sind nach Allman: die dichte Zusammendrängung der durch Knospung verästelten Chitinröhren, die Endständigkeit der sogenannten Oeffnungen der Zellen, und die elliptische Form der Statoblasten, welche mit einem Schwimmringe versehen sind, aber der Randhaken, die bei Cristatella vorkommen, entbehren; während als Specialcharaktere angegeben werden für A. fungosa: die senkrechte Richtung der Röhren gegen die Unterlage, das Fehlen einer durchsichtigen Furche an jeder Röhre, und die ziemlich bedeutende Breite der Statoblasten im Verhältniss zu ihrer Länge.

Die Literatur dieser Species ist von Allman l. c. S. 87 genau zusammengestellt worden, so dass ich alsbald zur Anatomie übergehen kann. Im Grossen und Ganzen werde ich dem Gange folgen, den Allman in dem allgemeinen Theil seiner Monographie eingeschlagen hat, und ich beginne daher mit der Leibeswand.

Die Leibeswand.

Die Leibeswand bildet einen ringsum geschlossenen Sack, der nur am vordersten Ende von dem Mund und dem After durchbohrt wird. Sein vorderer Theil ist einstülpbar, so dass bei dem zurückgezogenen Thiere die Tentakelkrone, welche den Mund umgiebt, durch ihn wie von einer Scheide umschlossen wird. Wenn das Thier sich nun wieder ausstreckt, bleibt ein Stück der Leibeswand invaginirt, da dasselbe von den sogenannten hinteren Parietovaginalmuskeln zurückgehalten wird (Taf. XI. Fig. 9).

Allman unterscheidet an der Leibeswand zwei ganz gesonderte Lagen, die Endocyste oder die eigentliche weiche Leibeswand, und die Ectocyste, eine äussere starke Membran, von horniger Consistenz, welche den festen Theil der Leibeswand darstellt, und welche die sogenannten Zellen der Bryozoen bildet. Die Ectocyste ist eine Absonderung der Endocyste, welche bei vielen marinen Bryozoen verkalkt, bei den meisten Süsswasserbryozoen aber einfach eine verhärtete Chitinabsonderung darstellt, und bei Lophopus crystallinus Pall. sp. nicht einmal erhärtet, sondern mehr gallertartig bleibt; bei Cristatella soll sie nach den Allman'schen Angaben ganz fehlen.

Die Endocyste ist von Allman nur bei Loph. crystallinus genauer untersucht worden; er stellt aber die Vermuthung auf, es möchten sich bei den übrigen Gattungen wohl ziemlich gleiche Verhältnisse vorfinden. Er beschreibt sie als bestehend aus grossen unregelmässig geformten Zellen mit deutlicher doppelter Contour und wandständigem Kern, die in einer Protoplasmaschicht mit freien Kernen eingebettet liegen, und zwar häufiger am vorderen Ende des Thieres wie am hinteren. Ferner will er beobachtet haben, dass sich um die freien Kerne der Protoplasmaschicht nach und nach Zellen der von ihm beschriebenen Art bilden, sodass eigentlich der Zellbelag der Endocyste nach ihm nur aus einer Art von Zellen in verschiedenen Entwickelungsstufen bestände.

Nach Innen von dieser Zellschicht beobachtete er ein Gitterwerk von feinen, sich rechtwinklig kreuzenden Muskelfasern, die, spindelförmig, mit ihren Enden zusammenhingen und Kern nebst Kernkörperchen zeigten. Nach ihm fehlt dieses Muskelnetz in dem einstülpbaren Theil der Leibeswand. Nach der Leibeshöhle zu ist die Leibeswand mit Cilien bekleidet, die er durch directe Beobachtung aber nur auf der Tentakelscheide wahrnahm.

Diese Angaben sind im Grossen und Ganzen zu bestätigen, nur in wenigen Punkten weichen meine Erfahrungen von den Allman'schen ab.

Der Kürze halber wird der aus- und einstülpbare vorderste

Theil der Leibeswand als Tentakelscheide (Taf. XI. Fig. 9 f) (tentacular sheath Allm.), der stets eingestülpt bleibende als Duplicatur (Taf. XI. Fig. 9 c), und der Rest der Leibeswand als die eigentliche Endocyste bezeichnet werden.

Die histologische Untersuchung wurde zunächst an durch Chromsäure gehärteten Exemplaren vorgenommen, welche bei ihrer grösseren Festigkeit eine methodische Präparation gestatten, und dann an frischen Thieren kontrollirt.

Man kann in dem weichen Theile der Leibeswand 3 verschiedene Schichten unterscheiden, und zwar treffen wir von Innen nach Aussen zu fortschreitend

1) ein Wimperepithel,
2) eine tunica muscularis,
3) einen äusseren Zellbelag, welcher die Ectocyste secernirt.

Was das innere Wimperepithel betrifft, dessen Wimpern die Circulation der in der Leibeshöhle enthaltenen Flüssigkeit vermitteln, so ist dies am lebendigen Thiere kaum direct als Schicht zu beobachten, und an den hinreichend durchsichtigen Stellen der Leibeswand sieht man nur die heftig schlagenden Wimpern. Auch auf einer Flächenansicht eines Chromsäurepräparates kann man bei ihrer grossen Zartheit diese Schicht nicht gut erkennen, sie tritt jedoch sogleich hervor, wenn man einen feinen Querschnitt durch den vorderen Theil der Endocyste macht.

Es ist dieses Wimperepithel am stärksten an dem vorderen Theil der Endocyste, während es sowohl nach hinten zu, als auch auf der Tentakelscheide dünner wird. Man kann in ihm ovale Kerne erkennen, indessen ist es mir nicht gelungen festzustellen, ob diese gesonderten Zellen angehörten, oder ob sich die Masse um die Kerne herum zu Zellterritorien zusammengezogen hatte.

Eine derartige Entscheidung wird dadurch bedeutend erschwert, dass sowohl Knospung als auch Eibildung nach Innen von der Tunica muscularis beginnen, wodurch das Ansehen des innern Epithels oft sehr verändert wird, und es wird erst dann endgültig über dasselbe berichtet werden können, wenn die beiden erwähnten Vorgänge genau verstanden sein werden. Nur

soviel sei mir noch zu bemerken erlaubt, dass die Wimpern die Leibeshöhle nicht an allen Stellen dicht auskleiden, sondern auf der Tentakelscheide und auf dem hintern Theil der Leibeswand in einzelnen Büscheln zerstreut stehen, welche immer auf einer kleinen durch einen Kern bedingten Erhöhung aufsitzen.

In der tunica muscularis kann man wiederum 2 gesonderte Schichten unterscheiden; die Grundlage derselben bildet eine feine homogene Membran, welche am leichtesten an Präparaten, die mit ammoniakalischer Karminlösung gefärbt sind, beobachtet werden kann, da sich dieselbe leichter färbt als die Muskelfasern. Mit dieser homogenen Membran sind 2 Schichten von Muskelfasern verbunden, eine äussere Quer- oder Ringfaserschicht (Taf. XI. Fig. 1—4 c.), und eine innere Längsfaserschicht (Taf. XI. Fig. 1—4 d), und man kann beobachten, dass die Quermuskelschicht inniger mit der homogenen Membran verbunden ist als die Längsfaserschicht, welche der Innenseite der Membran blos aufgelagert erscheint, und sich bei der Präparation leichter von ihr ablöst.

Die beiden Muskelschichten zeigen characteristische Verschiedenheiten. Die äussere Quermuskelschicht besteht aus breiten flachen spindelförmigen Fasern, welche häufig eine feine Längsstreifung zeigen. Sie haben ovale Kerne mit Kernkörperchen, und verbinden sich zu einem dichten Muskelnetze. Es treten aber niemals 2 Zellen mit ihren spitzen Enden an einander; die Verbindung geschieht vielmehr, indem das spitze Ende einer Faser an den Seitenrand einer anderen tritt und mit ihr verschmilzt.

Characteristisch für diese Schicht sind die häufig vorkommenden Ueberkreuzungen der einzelnen Fasern unter einander (Taf. XI. Fig. 4), durch welche das Netz noch complicirter wird.

Am dichtesten stehen die Muskelfasern am vordersten Theil der Endocyste, noch dichter als an dem abgebildeten Präparat (Taf. XI. Fig. 4), welches einer etwas weiter nach hinten liegenden Stelle entnommen wurde, sodass man an dem Vorderrande häufig nur schwer die einzelnen Zellen unterscheiden kann, und das Ganze ein fein gestreiftes Aussehen erhält. Weiter nach hinten zu treten die Fasern bedeutend auseinander (Taf. XI.

Fig. 2 c), bleiben aber noch immer zu einem Netzwerk verbunden; hier ist es wo man sie am leichtesten isoliren kann.

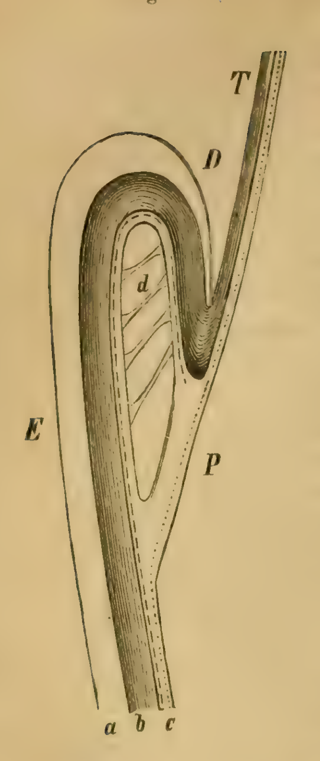
Auch auf der Duplicatur sind sie vorhanden und zwar ziemlich dicht angeordnet (Taf XI. Fig. 1 c), gehen aber nicht auf die eigentliche Tentakelscheide über, vielmehr hören sie plötzlich auf an dem hinteren Rande der Duplicatur kurz vor der Linie, in welcher der Kreis der Parietovaginalmuskeln sich ansetzt. Eine dichtere Anordnung der Muskeln an dieser Stelle, wie sie Allman beschreibt und als Sphincter deutet, habe ich nicht wahrnehmen können. Ueberhaupt ist zu berücksichtigen, dass die Vertheilung der Muskelfasern bis zu einem gewissen Grade von dem jedesmaligen Contractionszustand der Leibeswand abhängt.

Die Längsmuskelschicht (Taf. XI. Fig. 1—4 d) ist über die ganze Fläche der Leibeswand verbreitet; auch sie ist am dichtesten an dem Vorderrand der Endocyste, und es sind hier ebenfalls ziemlich breite glatte Fasern mit einem Kern, die dicht neben einander liegen, mit ihren spitzen Enden zwischen einander eingekeilt, sich aber viel weniger häufig wirklich zu verbinden scheinen, als dies bei den Quermuskeln der Fall ist. Wenn aber einmal eine Verbindung beobachtet werden konnte, so geschah dieselbe in der gleichen Weise, wie in der Quermuskelschicht, und es treten also auch hier die Fasern nicht mit ihren zugespitzten Enden an einander, wie Allman es angiebt und zeichnet, auf dessen Darstellung die Muskelfasern überhaupt etwas zu kurz und gedrungen erscheinen. Weiter nach hinten zu treten die Längsfasern bedeutend weiter auseinander, werden gestreckter, dünner und mehr gerundet, sodass sie am hinteren Theil der Endocyste als lange parallele Fäden erscheinen (Taf. XI. Fig. 2 d), die aber noch immer dichter stehen als die Quermuskeln, von denen man sie durch ihr etwas stärkeres Lichtbrechungsvermögen leicht unterscheiden kann. Auch erscheinen sie mehr drehrund, während die Quermuskeln stets als breite Bänder sich darstellen. Diese Verschiedenheit des Aussehens ist Taf. XI. Fig. 4 wiederzugeben versucht worden, auf der Zeichnung ist aber ein Theil der Längsmuskeln weggelassen, um die Quermuskeln besser zu markiren.

Als auf das Innigste mit dieser Längsmuskulatur der Haut zusammenhängend, muss man auch die sogenannten hinteren Parietovaginalmuskeln betrachten. Diese Stränge, welche in einem Kreise von der Endocyste entspringen, nach dem hinteren Ende der Duplicatur verlaufen, und welche, wie bereits bemerkt, die Ausstülpung dieser Duplicatur verhindern, wurden von Allman als besondere Muskeln beschrieben, obgleich er in einer Anmerkung sagt, dass man dieselben vielleicht mit demselben Rechte als einfache Bänder bezeichnen könnte. Ich bin zu einer zwischen beiden Extremen stehenden Anschauung gelangt. Die hinteren Parietovaginalmuskeln sind keine einfachen Gebilde, aus einer Art histologischer Elemente bestehend, wie z. B. die grossen Retractoren, es sind vielmehr zusammengesetzte Organe, bestehend 1) aus einer cylinderförmigen Fortsetzung der homogenen Membran der tunica muscularis der Leibeswand, als Grundlage, 2) aus mit dieser verbundenen Muskelfasern, 3) aus einem Epithel. Ihre Muskelfasern sind Fasern der Längsmuskelschicht, welche aus der Ebene der Leibeswand in Bündeln nach Innen zu abgehen (Taf. XI. Fig. 3), während der hierdurch verursachte Ausfall weiter nach vorn zu durch ein näheres Zusammentreten der zwischen diesen Bündeln verlaufenden Längsmuskeln verdeckt wird.

Die Muskelfasern enden aber nicht innerhalb der hinteren Parietovaginalmuskeln, sie bilden vielmehr auf die Tentakelscheide hinüberlaufend die Längsmusculatur derselben. Die übrigen Längsfasern der Leibeswand und der Duplicatur keilen sich grösstentheils an der Linie, die durch die Ansatzstellen der hinteren Parietovaginalmuskeln an die Tentakelscheide bezeichnet wird, aus, nur wenige treten auf die Tentakelscheide selbst über, und die feinen Längsfasern, die in allen Fällen auf letzterer wahrgenommen wurden, treten alle aus den hinteren Parietovaginalmuskeln hervor. Diese etwas complicirten Verhältnisse werden am schnellsten durch einen Blick auf die umstehende schematische Figur klar werden, in welcher die punktirte Linie eine Muskelfaser darstellt, welche aus der Leibeswand in einen hinteren Parietovaginalmuskel und von da in Tentakelscheide übergeht, während die aus längeren Strichen

Fig. 2.



E eigentliche Endocyste, *D* Duplicatur, *T* Tentakelscheide, *P* hintere Parietovaginalmuskeln, *a* Ectocyste, *b* Zellschicht der Endocyste, *c* tunica muscularis, *d* vordere Parietovaginalmuskeln.

zusammengesetzte Linie eine der anderen Muskelfasern bedeutet, welche an der Grenze zwischen Duplicatur und Tentakelscheide aufhören.

Ein jeder hintere Parietovaginalmuskel ist rings herum von einer Epithelschicht bedeckt, um deren zahlreiche ovale Kerne die Grundsubstanz zu spindelförmigen Zellterritorien zusammengezogen ist. Auch habe ich einmal bemerkt, dass an dem vorderen Ende eines solchen Muskels dies Epithel einzelne Wimperbüschel trug; diese Beobachtung blieb jedoch vereinzelt.

Der äussere Zellbelag der Endocyste besteht durchweg aus wirklichen Zellen ohne Intercellularsubstanz, und zwar kann man 2 typisch verschiedene Formen von Zellen unterscheiden. Die Hauptmasse besteht aus einfachen prismatischen Zellen (Taf. XI. Fig. 1, 2, 5, 6, a), den Cylinder-Epithelzellen nicht allzu unähnlich, mit grossen deutlichen rundem Kern und Kernkörperchen, nebst deutlicher Zellmembran, die bei Anwendung von Reagentien häufig aufquillt, und sich ballonartig von dem Zellinhalt abhebt, der mitunter körnig erscheint. Ihr Querschnitt ist sechseckig oder unregelmässig polygonal. Diese Zellen sind am längsten an dem vorderen Theil der Endocyste und auf der Duplicatur, weiter nach hinten zu nehmen sie allmälig an Höhe ab und dafür an Breite zu, bis sie ganz

flache polygonale Zellen darstellen, deren Inhalt meist ein wenig nach der Mitte zu concentrirt ist (Taf. XI. Fig. 2a). Während am hinteren Theil der Endocyste diese Formänderung ganz allmälig Platz greift, geht sie vorn an dem Anfang der Tentakelscheide plötzlicher vor sich, indem kurz vor der Ansatzstelle der hinteren Parietovaginalmuskeln die hohen Zellen der Duplicatur von den flachen Zellen ersetzt werden, welche die Tentakelscheide bekleiden. Das plötzliche Plattwerden der Zellen bezeichnet die vordere Grenze der Ectocyste, welche also nur von der eigentlichen Endocyste und der Duplicatur abgesondert wird, aber nicht von der Tentakelscheide. Die Zellen auf dieser letzteren scheinen etwas kleiner als die am hinteren Ende der Leibeswand zu sein, und sind gegen die Tentakelkrone zu bedeutend in die Quere gezogen (Taf. XI. Fig. 1a).

Einige Male wurde eine ganz eigenthümliche Erscheinung an diesen Zellen beobachtet, indem die flachen Zellen der Endocyste der Muskelhaut nicht direkt auflagerten, sondern mit ihr durch einen Stiel verbunden waren, der den Zellen ein pilzförmiges Ansehen gab (Taf. XI. Fig. 8). Indem nun die flachen oberen Ausbreitungen der Zellen mit ihren Rändern zusammenstiessen, die Stiele aber durch ziemlich bedeutende Zwischenräume getrennt wurden, entstand eine Art von Canalnetz in der Leibeswand.

Das Canalnetz hingegen, das Allman bei Lophopus crystallinus beobachtet hat, und das mit den sogenannten „brilliant corpuscles“ erfüllt war, habe ich bei Alcyonella nicht zu entdecken vermocht, ebensowenig wie einen mit derartigen Körperchen gefüllten Ringkanal am Vorderrande der Endocyste.

In diese Schicht polygonaler Zellen ist nun die andere Art Zellen eingebettet (Taf. XI. Fig. 1, 2, 5, 6, b). Es sind dies rundliche oder ovale Zellen mit deutlicher starker Membran und kleinem wandständigen, ovalen Kerne. Der Inhalt ist im Leben wasserhell und stark lichtbrechend, an conservirten Exemplaren mitunter körnig. Er erschien mir nie als eine Flüssigkeit, sondern vielmehr als ein Klumpen einer zähen eiweissähnlichen Substanz, der auch aus der Zellwand herausgelöst seine Gestalt behält. In Carminlösung färbt

er sich sehr schnell und intensiv, während der ganze übrige Zellbelag ungefärbt oder höchstens schwach angehaucht erscheint.

An dem vorderen Theile der Endocyste, wo die polygonalen Zellen noch prismatisch sind, sind diese rundlichen Zellen zwischen ihnen eingebettet (Taf. XI. Fig. 5 u. 6) und zwar zunächst der Muskellage; die umgebenden polygonalen Zellen modificiren ihre Gestalt nach Massgabe der Einlagerung. Die runden Zellen sind ungleich über die Leibeswand vertheilt, am dichtesten stehen sie an dem vorderen Theil der Endocyste, auf der Tentakelscheide; am hinteren Theil der Endocyste sind sie sparsamer vertheilt, stehen aber auch an der letzteren Stelle manchmal in grösseren Haufen dicht beisammen. Da wo die polygonalen Zellen ganz glatt werden, treiben die runden Zellen den Zellbelag knotig auf, da sie auch hier stets von den polygonalen Zellen bedeckt werden, deren Contouren man oft über sie weglaufen sehen kann (Taf. XI. Fig. 2). Zugleich verlieren sie an diesen Stellen auch häufig ihre regelmässige runde oder ovale Gestalt, und erscheinen alsdann z. B. hufeisen- oder wurstförmig. Auch kann man dann öfters Vacuolen in ihrem Inhalt wahrnehmen. Ebenso hat es mich bedünken wollen, als wäre die Zelle dann manchmal an dem einen Ende nicht mehr scharf contourirt, vielmehr sah es aus, als öffne sie sich an dieser Stelle zwischen den polygonalen Zellen mit einer röhrenförmigen Mündung. An den betreffenden Stellen ist aber die ganze Leibeswand stets so dünn, dass eine Untersuchung dieser Verhältnisse auf Querschnitten nicht möglich war, und diese Beobachtung daher durchaus nicht als sicher bezeichnet werden darf.

Eine Vergleichung der Leibeswand von Lophopus crystallinus [1]) hat mich zu der Ueberzeugung kommen lassen, dass die mit freien Kernen versehene Protoplasmaschicht den polygonalen Zellen bei Alcyonella entspricht, während die mit wandstän-

1) Dieses meines Wissens aus der Umgegend von Berlin noch nicht bekannte Thier habe ich im Herbst 1867 in einem Tümpel bei Tegel gefunden.

digen Kernen versehenen rundlichen Zellen bei beiden äquivalent sind. Dass sich um die freien Kerne bei Lophopus allmälig Zellen bilden mit wandständigen Kernen, wie Allman beobachtet haben will, davon habe ich mich nicht überzeugen können.

In wie weit sich die beiden Zellarten in ihrer Funktion unterscheiden, ist eine noch zu beantwortende Frage.

Die Ectocyste ist ein erhärtetes Sekret der Zelllage der Endocyste. Die Absonderung scheint am vorderen Theil der Endocyste und auf der Duplicatur zu geschehen, wenigstens steht hier allein die Ectocyste in direkter Verbindung mit der Endocyste. Hier ist sie so biegsam, dass sie den Gestaltveränderungen der Endocyste zu folgen vermag, und ihre zuletzt abgesonderte innerste Schicht ist noch weich. Dies kann man gut an den Stellen sehen, wo die äusserste Schicht bereits starr geworden ist, und der sich contrahirenden Endocyste nicht mehr zu folgen im Stande ist, indem hier bei einer Contraction die, sowohl mit der Endocyste als der äusseren härteren Schicht der Endocyste verbundene weiche Lage, sich in Fäden auszieht. An dem hinteren Theile der oft sehr langen Röhren ist die Ectocyste völlig erstarrt und von der Endocyste gelöst, welche als freier Schlauch in der Röhre hängt (Taf. XI. Fig. 9).

Eine besondere Struktur der Ectocyste ist nicht wahrzunehmen, nur beim Zerreissen spaltet sie manchmal an den Rissrändern in einzelne Schichten, was wohl in der Art und Weise ihres Dickenwachsthumes beruht, das ja durch Auflagerung neuer Substanz auf ihrer Innenfläche vor sich geht. Nach vorn hört die Ectocyste an der Stelle der Duplicatur auf, wo die polygonalen Zellen plötzlich platt werden. Auf der Tentakelscheide fehlt sie also constant.

Diese Ectocyste ist es, welche das feste schwammige Gerüst des Alcyonellenstockes liefert. Nach Leuckart's und Allman's Untersuchungen besteht sie aus einer chitinartigen Substanz, da sie beim Kochen mit Aetzkalilauge sich nicht verändert, dagegen von kochender Salpetersäure gelöst wird.

Die einzelnen Röhren sind nur an ihrem vordersten Ende frei und hier erscheint die Ectocyste am eingestülpten Thiere

oft stark quergerunzelt; während ihres ganzen übrigen Verlaufes sind die Röhren aber dicht aneinander gedrängt und miteinander verklebt, wodurch sie einen mehr oder weniger regelmässigen abgerundet polygonalen Querschnitt erhalten. Indessen bleiben doch noch immer einzelne schmale Räume zwischen den Zellen übrig, die dann von unorganischer Materie ausgefüllt werden. Vermöge dieser dichten Zusammendrängung sind die Röhren der Alcyonellen viel weniger mit fremden Körpern bedeckt, als dies bei den Plumatellen der Fall ist, deren Ectocyste häufig gänzlich von Algenresten, besonders von Diatomeenschaalen wie von einem feinen Mosaik bedeckt wird. Die weiche Ectocyste ist farblos, wird aber beim Erhärten gelbbraun.

Die Organe der Verdauung.

In dem durch die Leibeswand gebildeten Sacke sind die Verdauungsorgane frei aufgehängt, mit der Wandung desselben nur an der Mund- und Afteröffnung direct zusammenhängend, im übrigen mit ihr nur durch den sogenannten Funiculus und die grossen Muskeln verbunden.

Der Verdauungskanal besteht aus drei streng gesonderten Abschnitten, dem Oesophagus, dem Magen und dem Rectum. An dem Oesophagus kann man noch eine Mundhöhle unterscheiden, und der Magen zerfällt nach der Bezeichnung von Allman in einen Cardial- und Pylortheil.

Der Pylortheil nimmt ohngefähr die hinteren zwei Drittheile der ganzen Magenlänge ein. Er bildet einen schlauchförmigen Blindsack, dessen geschlossenes Ende durch einen langen dünnen Strang mit der Leibeswand verbunden ist. Diesen letzteren nennt Allman den Funiculus. Nach vorn verengert er sich einseitig ein wenig und geht so in den Cardialtheil über, der sich von ihm nur durch den etwas geringeren Durchmesser unterscheidet. Durch die einseitige Verengerung entsteht auf der Neuralseite des Magens eine Art abgerundeter Stufe, an deren äusserem Rande der Pylorus liegt, durch den der Magen mit dem hier sich ansetzenden Rectum communicirt. Der Oesophagus, dessen vorderer ein wenig aufgetriebe-

ner und mit Wimpern ausgekleideter Theil wohl den Namen einer Mundhöhle verdient, verengert sich in seinem Verlaufe ein wenig und verbindet sich mit der Spitze des Cardialtheiles des Magens, in den er mit einer konischen Projection hineinragt und mit dem er durch eine enge Oeffnung communicirt. Das Rectum ist birnförmig, der After liegt an dem spitzen Ende und durchbohrt die Leibeswand in der Mittelebene dicht unter der Tentakelkrone, die den Mund umgiebt, auf der Neuralseite. Die Oeffnung des Pylorus liegt aber nicht in der Längsachse des Rectum, sondern auf der Neuralseite, so dass der verdickte Anfang des Rectum auf die stufenartige Erweiterung des Magens zu liegen kommt. Die Hämalseite des Rectum liegt dem Cardialtheil des Magens dicht an und verwächst mit ihm. So viel über die äussere Gestalt des Verdauungskanals, die schon oft beschrieben, hier nur der Uebersichtlichkeit wegen wiederholt worden ist, und wir wenden uns zu der Betrachtung seiner histologischen Zusammensetzung, in Betreff derer die Allman'schen Angaben ziemlich allgemeiner Art sind. Er unterscheidet 3 Lagen, eine äussere dünne Haut von zelliger Beschaffenheit, in der am blinden Ende des Magens feine Ringfasern erkennbar sind, die er als Muskelfasern deutet; dann eine einfache Zellschicht aus polygonalen Zellen mit hellem Kern bestehend; zu Innerst eine dritte Schicht runder Zellen, welche die wulstigen Längsfalten der Magenwand bilden und wiederum selbst Zellen mit braunem Inhalt enthalten, die als Leberzellen angesprochen werden. Diese innerste Schicht soll im Schlund und Darm fehlen, sowie auch die Muskelfasern. Hancock[1]) dagegen erwähnt Muskelfasern in dem Oesophagus von Fredericella sultana.

Mir ist die histologische Zusammensetzung der 3 Abschnitte des Darmkanals im Grossen und Ganzen übereinstimmend erschienen. Es lassen sich an allen Dreien 3 Schichten unterscheiden:

1) eine äussere Epithelschicht,
2) eine tunica muscularis,
3) eine innere Zellschicht,

1) Annals and Magazine of Nat. history. 1850, S. 177.

welche letztere sich in den 3 Abtheilungen verschieden verhält und dieselben charakterisirt.

Die Epithelschicht (Taf. XII. Fig. 10 u. 12a) besteht nicht aus gesonderten Zellen, sondern aus einer dünnen Lage einer durchsichtigen feinkörnigen Substanz, in der zahlreiche ovale Kerne mit Kernkörperchen liegen. Die Grundsubstanz ist um jeden Kern oder wenigstens um viele zu einem spindelförmigen Zellterritorium zusammengezogen. Diese spindelförmigen platten Gebilde sind meist mit ihrer längeren Achse der Längsachse des tractus intestinalis parallel angeordnet. Die aneinander liegenden Flächen des Rectum und des Cardialtheiles des Magens sind nicht jede besonders mit dieser Schicht bekleidet, vielmehr geht sie von der Seite des einen direct auf die Seite des anderen über, so dass Rectum und Cardialtheil des Magens durch einen gemeinsamen Epithelialschlauch an einander befestigt werden. Der Oesophagus und der obere Theil des Rectum sind dagegen jeder für sich ringsum mit dem Epithel bekleidet; am blinden Ende des Magens verdickt sich diese Schicht bedeutend und setzt sich dann auf den Funiculus fort. Wimpern habe ich auf ihr nie bemerken können.

Nach Innen von dieser Schicht kommt die tunica muscularis (Taf. XII. Fig. 10 u. 12, 17 b. u. Fig. 15 u. 16), die selbst wieder aus einer homogenen durchsichtigen Membran und den Muskelfasern zusammengesetzt ist. Die Muskelfasern sind an beiden Enden zugespitzte flache Bänder, in der Mitte meist mit einem, ein wenig randständigen länglichen Kerne und oftmals zu einer Art Muskelnetz verbunden. Sie laufen quer um den Darmtractus herum, mit ihren spitzen Enden sich zwischen einander einschiebend. Mitunter lässt sich eigenthümlicher Weise eine Art Querstreifung (Taf. XII. Fig. 15) an ihnen erkennen, welche schräg gegen die Längsachse steht und entweder gleichmässig über die ganze Breite der Faser sich erstreckt, oder in entgegengesetzter Richtung an beiden Rändern beginnend in der Mitte unter einem Winkel zusammenstösst, wodurch die Faser eine Art gefiederter Zeichnung erhält. Diese Erscheinung kann man besonders am Oesophagus

und am blinden Ende des Magens beobachten. An letzterem habe ich sie an frischen Exemplaren nach Zusatz von verdünnter Chromsäure schön gesehen, ob sie aber wirklich auf einer inneren Structur des Muskels beruht, oder nur durch eine wellige Krümmung der Fasern, oder eine Faltung der homogenen Membran hervorgerufen ist, wird für den Augenblick kaum zu entscheiden sein.

Die Vertheilung der Muskelfasern über die Fläche des Darmtractus ist keine gleichmässige. Am Oesophagus sind die Fasern ziemlich breit und dicht gedrängt, werden an dem Cardialtheil des Magens sparsamer, um an dem Rectum das Minimum, an dem Blindende des Magens das Maximum ihrer Entwickelung zu erreichen. Aber auch am Rectum kann man sie stets noch deutlich erkennen. Am blinden Ende des Magens sind die Muskelfasern zu einem ganz dichten Netze fest verbunden, so dass, wenn man die Muskelschicht hier zu zerfasern sucht, sie nicht in einzelne Stücke auseinander fällt, sondern sich zu einer langen Spirale auszieht, und ordentlich von dem Magen abrollt.

Die Fasern sind hier so dicht gedrängt, dass sie nicht mehr mit ihren abgeplatteten Seiten in der Fläche der Muskelschicht liegen, sondern mit ihren Kanten dieselbe treffen, mit ihren breiten Seiten aber sich so aneinander lagern, dass die Muskellage an dieser Stelle bedeutend verdickt wird und auf dem optischen Querschnitt das Taf. XII. Fig. 17 gezeichnete Ansehen gewährt. An der äussersten Spitze des Magens, die sich in den Funiculus fortsetzt, fehlen die Muskelfasern wiederum.

Hier ist die geeignete Stelle, die Beschreibung des Funiculus (Taf. XIV. Fig. 32) einzuschieben, der, wie schon bemerkt, das Ende des Magens mit der Leibeswand verbindet. Sein Ansehen wird oft dadurch verändert, dass sich an ihm die Spermatozoen und die Statoblasten bilden, wenn man aber Gelegenheit hat, ihn für sich allein zu sehen, erkennt man, besonders deutlich an mit Carmin gefärbten Exemplaren, dass er aus einer cylinderförmigen Fortsetzung der homogenen Membran der tunica muscularis als Grundlage besteht, mit wel-

cher lange Fasern verbunden sind, die den Längsfasern des hinteren Theiles der Endocyste so ähnlich sehen, dass man wohl berechtigt ist, sie für Muskelfasern zu halten. Das Ganze wird von einer Fortsetzung der Epithelialschicht des Magens bekleidet. An der Leibeswand setzt er sich mit etwas verbreitertem Ende an, und das Epithel geht dann in das innere Epithel der Leibeshöhle über. Einen Uebertritt von Muskelfasern aus der Leibeswand in den Funiculus habe ich nicht beobachten können, und dies ist der Punkt, in welchem sich der Funiculus wesentlich von den hinteren Parietovaginalmuskeln unterscheidet, mit denen er sonst die grösseste Aehnlichkeit hat. Beiläufig sei übrigens erwähnt, dass bereits Trembley den Funiculus kannte und für einen Muskel hielt.

Die innere Zellschicht zeigt, wie schon bemerkt, in den 3 Abtheilungen des Darmtractus charakteristische Verschiedenheiten.

Die grössesten Eigenthümlichkeiten bietet sie im Oesophagus dar (Taf. XII. Fig. 10). In diesem kleidet sie die Wände des von den beiden äusseren Schichten gebildeten Schlauches gleichmässig aus, ein nicht zu weites Lumen übriglassend; und wenn wir sie auf einem beliebigen Längs- oder Querschnitt betrachten, so scheint sie aus langprismatischen Zellen zu bestehen mit polygonalem Querschnitt, deren Längsachsen senkrecht gegen die Oberfläche des Oesophagus stehen. Die Zellen haben ohngefähr in der Mitte einen grossen ovalen Kern mit deutlicher doppelter Contour und hellem stark lichtbrechendem Nucleolus und zeigen nach innen zu eine scharfe gerade doppelte Contour. Es scheint ausserdem auf dem freien Ende einer jeden Zelle ein kleines durchsichtiges Bläschen zu liegen, das bald kugelig anschwillt, bald abgestutzt eiförmig erscheint. Das Merkwürdigste aber ist, dass, wenn man die Zellen als durch den Kern in eine peripherische und eine innere Hälfte getheilt bezeichnet, der peripherische Theil durchsichtig und so zu sagen leer erscheint, während der innere Theil mit körnigem Zellinhalt erfüllt ist.

Wenn man aber den Oesophagus genauer untersucht, so stellt sich heraus, dass allerdings die inneren Hälften der Zellen

sich von einander trennen lassen und hier, jede für sich, eine besondere Zellmembran besitzen, dass dies hingegen bei dem hellen peripherischen Theil nicht der Fall ist, dass wir hier vielmehr ein System von Hohlräumen haben, bei denen die Wandung des einen Hohlraumes zugleich auch einen Theil der Wandungen der anstossenden Räume bildet und welches also am besten mit einer Bienenwabe verglichen werden kann. Dies kann man deutlich sehen, wenn man einen Schnitt am Oesophagus macht, der mit der Hauptaxe desselben parallel läuft (Taf. XII. Fig. 11). Ein jeder solcher Hohlraum erscheint an seinem inneren Ende von dem Kern wie von einem Pfropfen geschlossen, und nun erst beginnt die eigentliche Zelle mit ihrem Protoplasmainhalt. Einer jeden Zelle entspricht ein besonderer Hohlraum. Die Kerne liegen aber nicht alle in demselben Kegelmantel, sondern sind mehr oder weniger weit nach aussen oder innen zu verschoben, so dass bald der wabenartige Theil, bald die eigentliche Zelle an Länge überwiegt.

Die oben erwähnten kleinen Bläschen scheinen eine innerste Epithelschicht des Oesophagus darzustellen; vorn aber, wo sich der Oesophagus ein wenig aufbläht, um die eigentliche Mundhöhle zu bilden, verschwindet dieses Epithel, um einem dichten Besatze langer heftig schlagender Wimpern Platz zu machen; zugleich nimmt auch der wabenartige Theil der Zellschicht an Dicke ab und verschwindet bald ganz, so dass wir an der, der Mundöffnung zunächst gelegenen Zone des Oesophagus einfache lange Wimperepithelzellen vorfinden, ein Verhalten, das die Bezeichnung dieses vorderen Theiles als Mundhöhle gerechtfertigt erscheinen lässt.

Wie schon durch Allman bekannt, ragt der Oesophagus mit einer conischen Projection in den Magen hinein; die Grundlage dieses Organes bildet eine dünne Membran, die als eine Fortsetzung der homogenen Membran der tunica muscularis erscheint. Die innere Seite des Hohlkegels wird von der eben beschriebenen Zellschicht des Oesophagus ausgekleidet, während die dem Magen zugewendete äussere Fläche des Kegels bereits von der Zellschicht des Magens überkleidet wird.

In Betreff der Struktur der Zellschicht des Magens

(Taf. XII. Fig. 12 u. 13) weichen meine Beobachtungen gänzlich von denen Allman's, die bereits oben kurz erwähnt wurden, ab. Der Magen ist mir nämlich stets von einer einzigen Zellschicht ausgekleidet erschienen, und die Längswülste auf der inneren Magenwand, die dem Querschnitt des Magenlumen eine sternförmige Gestalt geben, werden allein durch verlängerte Zellen bedingt, die in regelmässigen, der Längsachse des Magens parallelen, ziemlich gleichmässig von einander abstehenden Zonen angeordnet sind. An dem blinden Ende des Magens verschwinden diese verlängerten Zellen allmälig und die Zellschicht ist hier an allen Stellen gleich dick. Die oben geschilderten Verhältnisse habe ich wiederholt auf Querschnitten des Magens von Alcyonella gesehen, ich habe aber auch Lophopus crystallinus, an dem Allman seine Beobachtungen angestellt hat, untersucht. Die Abbildung Taf. XII. Fig. 12 ist nach einem Präparate von Lophopus angefertigt, gilt aber eben so gut für die Verhältnisse bei Alcyonella. Die Angaben Allman's sind wahrscheinlich dadurch veranlasst worden, dass er keine Querschnitte gemacht hat, denn wenn man die innere und die äussere Fläche des Magens nach einander betrachtet, so zeigen dieselben allerdings ein ganz verschiedenes Ansehen, das leicht auf zwei verschiedene Zellarten schliessen lässt.

Während nämlich die Basen der im Allgemeinen langprismatischen Zellen dicht aneinander gedrängt sind, und hierdurch einen polygonalen Querschnitt erhalten, können die inneren freien Enden der die Längswülste bildenden verlängerten Zellen sich weiter ausbreiten, und nehmen daher eine keulenförmige Gestalt an; zugleich wird der Zellinhalt dieser verdickten Enden bedeutend durchsichtiger, während er an dem Basaltheil oft grobkörnig ist. Rechnet man hinzu, dass die Zellkerne an der Basis der Zellen, dicht an der tunica muscularis liegen, und dass das braune körnige Pigment, welches dem Magen seine charakteristische Färbung giebt, sich nur in den verlängerten Zellen bildet, und nur diese als eigentliche Leberzellen erscheinen lässt, so wird man leicht einsehen, wie Allman zu der Ansicht kommen konnte, dass die Längswülste aus runden

pigmenthaltigen Zellen beständen, welche einer, den ganzen Magen auskleidenden Schicht polygonaler Zellen mit Kernen aufgelagert seien. Das braune Pigment verschwand auch bei den von mir beobachteten Thieren, sobald sie längere Zeit fasten mussten. Die freien Enden der Zellen werden bei Zerreissung des Magens oft zerstört, und zwar geschieht dies am ehesten dann, wenn der Magen mit Nahrung erfüllt ist. Die Speiseklumpen werden nämlich von einem schleimigen Sekrete der Magenwandung umhüllt, und diese schleimige Schicht liegt den Oberflächen der Zellen dicht an und verklebt sich beim Tode des Thieres leicht mit ihnen, sodass, wenn behufs der Untersuchung der Speiseklumpen aus dem Magen genommen wird, die Enden der Zellen leicht mit entfernt werden.

Die grössten Schwierigkeiten setzt der Zellbelag des Rectum (Taf. XII. Fig. 14) der Untersuchung entgegen, da er ungemein leicht zerstörbar und sogar an Chromsäureexemplaren schwer zu behandeln ist. Besonders gelingen Querschnitte nur selten in befriedigender Weise.

Indessen glaube ich mich auch hier überzeugt zu haben, dass derselbe aus einer einzigen Schicht langer prismatischer Zellen besteht, welche der tunica muscularis senkrecht aufsitzen und eine deutliche Membran zeigen, die an todten Exemplaren am freien Zellende oft ballonartig aufquillt und dann leicht zerreisst. Den Kern haben diese Zellen ebenso wie diejenigen des Magens an der Basis. Die sämmtlichen Zellen sind gleich lang, und es fehlen daher im Darm die für den Magen characteristischen Längsfalten. Im Allgemeinen beträgt die Dicke dieser Zellschicht ohngefähr die Hälfte der Dicke einer Magenfalte.

Der Inhalt der Zellen ist mitunter einfach feinkörnig, meist besteht er aber aus grossen stark lichtbrechenden farblosen Kugeln, die oft zu mehreren übereinander in einer Zelle gelagert sind. Der übrige Zellinhalt erscheint dann um diese Körner herum homogen und durchsichtig. Eine Flächenansicht des Darmes von Innen bietet dann das Taf. XII. Fig, 14 gezeichnete Bild dar. Die viel tiefer liegenden Zellkerne kann man auf derselben natürlich nicht erkennen. Es ist noch zu erwähnen, dass mitunter bei Lophopus crystallinus grosse, der tunica mus-

cularis angelagerte Vacuolen in dieser Zellschicht erscheinen. Mangel an Material erlaubte keine nähere Untersuchung dieser Gebilde, die bei Alcyonella fungosa nur in seltenen Fällen vorkommen, sodass auch bei diesem Thiere eine nähere Untersuchung unmöglich war.

In Betreff der Deutung der einzelnen Abschnitte des Darmtractus und ihrer Funktion muss ich mich ganz der Allmanschen Auffassung anschliessen.

Dass dem Oesophagus keine eigentliche verdauende Thätigkeit zukommt, geht schon aus der Schnelligkeit hervor, mit der die verschluckte Speise denselben passirt. Dagegen berechtigen der lange Aufenthalt der Speise in dem Magen, und die durch die peristaltische Bewegung hier erfolgende starke Durchknetung derselben, zu der Annahme, dass hier die eigentliche Verdauung vor sich gehe. Allman nimmt aber auch an, dass der Pylortheil des Magens sich physiologisch von dem Cardialtheil des Magens unterscheide. Bei der ganz gleichen Structur dieser beiden Abschnitte des Magens, scheint mir aber eine solche Annahme doch etwas gewagt.

Die Tentakelkrone.[1])

Die Mundöffnung liegt im Grunde eines hufeisenförmigen Beckens (Taf. XIII. Fig. 23), das von der Tentakelkrone gebildet wird, und dessen Concavität nach der Neuralseite gerichtet ist. Die Tentakeln entspringen von den Rändern des sogenannten Lophophor (Allm.), d. h. einer hufeisenförmigen Röhre, die an der Stelle, wo ihre beiden Schenkel zusammenstossen, am breitesten ist, und hier von dem Oesophagus durchbohrt wird. Die Schenkel der Röhre, die sogenannten Arme des Lophophor, verjüngen sich nach der Spitze zu; ihr Querschnitt ist halbkreisförmig (Taf. XIII. Fig. 29). Die Tentakeln sind hohl und communiciren mit der Höhle des Lophophor, welche letztere selbst wiederum mit der Leibeshöhle durch 2, jederseits an dem Ursprunge der Arme des Lophophor gelegene Oeffnungen zusammenhängt. Die Tentakeln — bei

1) Man vergleiche die schematische Figur S. 467.

Alcyonella fungosa 40—50 an der Zahl — sind an der Hämalseite des Mundes am längsten, am kürzsten auf der inneren Seite des Hufeisens und an seinen Spitzen. Man muss die Tentakelkrone auffassen als gebildet durch Ausstülpungen der Leibeswand um den Mundrand. Die Arme des Lophophor und die Tentakeln auf der Hämalseite sind primäre Ausstülpungen, die Tentakeln, die von den Armen des Lophophor entspringen, secundäre Die Höhle des Lophophor ist also weiter nichts als der vorderste Theil der Leibeshöhle, der durch eine Brücke, welche die Wand des Oesophagus mit der Tentakelscheide verbindet, als Canal von der allgemeinen Leibeshöhle abgegrenzt wird (Taf. XIII Fig. 27 i). Dass dieser Canal aber auch mit der Leibeshöhle in Verbindung steht, ist bereits oben bemerkt worden. Die Brücke ist am schmalsten an der Hämalseite, am breitesten an der Neuralseite, wo das Ganglion unmittelbar vor ihr liegt. Die Basis je zweier Tentakeln wird durch eine Intertentakularmembran verbunden, deren freier Rand bogig ausgeschweift ist (Taf. XIII. Fig. 23 a).

Das Epistom (Taf. XIII. Fig. 23 e) ist ein kurzes kegelförmiges Organ, das an der Neuralseite der Mundöffnung, innerhalb des Tentakelkranzes, entspringt, ebenfalls hohl ist und mit der Höhle des Lophophor communicirt. Es überragt ein Wenig die Mundöffnung, und zwar in einer Art und Weise, dass der von Allman angewendete Vergleich mit der Epiglottis der Säugethiere sehr treffend ist. Das Vorhandensein des Epistom characterisirt die erste der grossen Gruppen, in welche Allman die Bryozoen getrennt hat, und nach der Stellung dieses Organes an der Mundöffnung hat Allman diese Gruppe „phylactolaeme Bryozoen“ genannt.

Diejenige Seite der Tentakelkrone, welche direct in die Wandung des Oesophagus sich fortsetzt, kann man als die Innenfläche, die entgegengesetzte, mit der Aussenfläche der Leibeswand, resp. der Tentakelscheide, continuirliche, als die Aussenfläche bezeichnen.

Wollen wir den feineren Bau der Tentakelkrone richtig auffassen, so müssen wir festhalten, dass die Wandun-

gen derselben, ebenso wie die Leibeswand und die Wände des Darmtractus, aus 3 Schichten bestehen:

1. aus einem äusseren Zellbelag,
2. aus einer homogenen Membran,
3. aus einem inneren Epithel, das aber die Tentakeln nicht ringsum gleichmässig auskleidet.

Die beiden äusseren Schichten sind Allman bekannt, es können aber seinen Angaben einige Einzelnheiten zugefügt werden.

Betrachten wir zunächst die homogene Membran, so sehen wir, dass diese die eigentliche Grundlage der ganzen Tentakelkrone bildet (Taf. XIII Fig. 23—27 u. Fig. 29 a). Dieselbe steht in direkter Verbindung mit der homogenen Membran der tunicae musculares der Leibeswand und des Oesophagus. Dass es dieselbe Schicht ist, geht auch daraus hervor, dass sie, ebenso wie die homogenen Membranen der tunicae musculares, sich ziemlich leicht in Carminlösung färbt. Es stehen aber die Muskelfasern, welche, wie wir später sehen werden, auch in die Zusammensetzung der Tentakeln eingehen, nicht in so intimem Zusammenhange mit dieser homogenen Membran, als dies in der Leibeswand und im Oesophagus der Fall war. Sie bildet auch die Grundlage der Intertentakularmembran und der den Lophophor gegen die Leibeshöhle hin abgrenzenden Brücken.

In jedem Tentakel stellt die homogene Membran einen an der Spitze geschlossenen Schlauch dar, derselbe ist aber nicht einfach cylindrisch, vielmehr bildet, an seinem Ursprunge aus dem Lophophor, sein Querschnitt ein gleichschenkliges Dreieck mit abgerundeten Ecken (Taf. XIII. Fig. 23 u. 24). Die Basis des Dreieckes ist gegen die Aussenfläche gewendet; weiter nach der Spitze des Tentakels zu wird dann der Querschnitt oval (Taf. XIII. Fig. 25 u. 26), indem die Tentakeln seitlich zusammengedrückt erscheinen; zugleich wird hier die Wandung des Schlauches an der Innenseite der Tentakeln am dicksten, und nimmt nach den Seiten an Dicke ab, um auf der Aussenseite am Dünnsten zu werden. Auf Querschnitten, und an Tentakeln, die von der äusseren Zellschicht befreit worden sind, (diese letztere Operation kann man ohne Zerstörung des Schlauches

selbst nur an in Chromsäure gehärteten Exemplaren vornehmen) kann man erkennen, dass an der Basis die Ränder der Aussenseite dieser Schläuche durch eine Lamelle derselben homogenen Membran verbunden werden, und dieses ist die Grundlage der Intertentakularmembran (Taf. XIII. Fig. 23, 24, 25). Jene Membran ist zunächst dem Lophophor am Dicksten, wird nach oben zu dünner, ihr oberer Rand ist bogig ausgeschweift, indem sie sich jederseits an den Tentakeln in die Höhe zieht. Indessen hört sie nicht auf da, wo am lebenden Thiere die Intertentakularmembran endet, vielmehr setzt sie sich an jedem Tentakel jederseits bis gegen die Spitze hin als schmaler Saum fort (Taf. XIII. Fig. 30 x, Fig. 26 x), wird aber an dem lebenden Thiere für den Beobachter durch den Zellbelag, den sie nicht überragt, verdeckt.

Der äussere Zellbelag der Tentakelkrone zerfällt in 2 streng geschiedene Abschnitte, deren Grenze der soeben beschriebene Saum bildet. Der Zellbelag der Aussenseite der Tentakelkrone gehört zu dem Bezirke der Leibeswand und wird von der Zellschicht derselben gebildet, die von der Tentakelscheide ununterbrochen auf die Tentakeln übergeht. Sowohl an dem Lophophor als an der Rückseite der Tentakeln und der Intertentakularmembran kann man die beiden Elemente der Zellschicht erkennen, die polygonalen Zellen mit runden Kernen und die rundlichen Zellen mit wandständigen Kernen, wenn letztere bei A. fungosa auf den Tentakeln selbst auch seltener sind; dagegen scheinen sie bei Cristatella nach den Allmanschen Angaben häufiger vorzukommen, wenigstens berichtet dieser Forscher bei jener Gattung von aufgetriebenen Zellen auf der Rückseite der Tentakeln. Dieser Theil des Zellbeleges trägt keine Wimpern, dagegen finden sich hier auf der Mittellinie der Tentakeln feine, lange, starre Borsten (Taf. XIII. Fig. 31 c), welche in Gruppen von 2—3 Stück in ziemlich regelmässigen Abständen angeordnet sind. Dies kann man bei einiger Sorgfalt am lebenden Thiere stets genau erkennen. An Chromsäure-Exemplaren dagegen sind dieselben nicht erhalten, und daher auch auf den abgebildeten Querschnitten weggelassen.

Die Innenfläche der Tentakeln und die Seiten derselben

werden von der Fortsetzung des inneren Wimperepithels der Mundhöhle bekleidet (Taf. XIII. Fig. 24—29 c). Die einfachen langen Wimperzellen, der Zellschicht der Mundhöhle, setzen sich auch auf die Basis der Tentakeln fort sowie auf die Arme des Lophophor, und gleiche Zellen stehen an der Basis, auch auf der Intertentakularmembran (Taf. XIII. Fig. 24). Ob aber in diesen Zwischenräumen auch Wimpern auf den Zellen vorhanden sind, habe ich nicht constatiren können, da an den erhärteten Exemplaren die Tentakeln an der Basis meist dicht aneinander gepresst sind. Ein wenig nach der Spitze des Tentakels zu ändert sich aber dies Verhalten (Taf. XIII. Fig. 25), indem hier die Fortsetzung der Mundhöhlenbekleidung sich auf die Innenfläche der Tentakeln beschränkt, während die Seiten der Tentakeln jederseits von 2 Reihen grosser viereckiger Zellen bekleidet werden (Taf. XIII. Fig. 25 u. 26 g), die den Raum zwischen den Wimperepithelzellen und dem oben beschriebenen Saume, resp. der Intertentakularmembran völlig einnehmen. An dem oberen Ende der Tentakeln scheinen die inneren dieser beiden Zellreihen an Grösse zu überwiegen.

Die Kerne dieser Zellen sind an gehärteten Exemplaren sehr deutlich zu erkennen, und zwar liegen dieselben so, dass die Kerne der äusseren Zellreihe an dem Aussenrande der Zellen, die der inneren Zellreihe an dem Innenrande liegen.

An der Linie, in der die beiden Zellreihen einer jeden Seite zusammenstossen, findet sich eine dichte Bewimperung. Diese wird als ein Besatz starker Wimpern beschrieben, deren Schwingungen auf der einen Seite eines Tentakels gegen die Spitze zu gerichtet sind, während sie auf der entgegengesetzten Seite nach der Basis zu verlaufen. Bei genauer Aufmerksamkeit und starker Vergrösserung kann man aber leicht erkennen, dass die Wimpern viel dichter stehen als es den Anschein hat, und dass ihre Schwingungen in einer Ebene vor sich gehen, die den Tentakel quer schneidet. Nun schlagen aber nicht alle Wimpern einer Seite zu gleicher Zeit in derselben Richtung, vielmehr schlägt jede folgende Wimper um einen Tact später als die vorhergehende, sodass erst nach einer gewissen Strecke eine Wim-

per kommt, die in demselben Augenblicke dieselbe Richtung hat, wie die, von der man ausgegangen. Die Bewegung der Wimpern pflanzt sich also wellenförmig fort, und bei schwächerer Vergrösserung sehen wir, wegen der grossen Schnelligkeit der einzelnen Schwingungen, keine einzelnen Wimpern mehr, sondern nur die Wellen, deren Richtung allerdings auf der einen Seite eines jeden Tentakels nach der Spitze zu, auf der entgegengesetzten nach der Basis zu verläuft. Diese Thatsache ist Allman entgangen, obgleich bereits Farre[1]) in seiner Abhandlung über den Bau der „Ciliobrachiate Polypi" an den Embryonen Alcyonidium (Halodactylus) diaphanum nachgewiesen hat, dass eine Reihe je eine gemeinsame Welle bildender Wimpern bei schwacher Vergrösserung häufig den Eindruck einer einzigen starken Wimper hervorbringt und diese Beobachtung auch zur Erklärung der Wimpererscheinung an den Tentakeln benutzt hat. Mitunter hört die Wimperbewegung plötzlich an einzelnen Stellen auf, um nach einer Pause in alter Weise zu beginnen; in solchen Pausen kann man erkennen, dass die Wimpern in der Ruhe nicht senkrecht gegen die Seiten der Tentakeln gerichtet sind, sondern schräg nach innen; die Wimpern auf der Innenseite der Tentakeln schlagen weit weniger heftig, als die auf den Seitenflächen, und dieselben stehen nicht senkrecht gegen die Oberfläche der Tentakeln, sondern sind stark gegen die Spitze der Tentakeln geneigt.

An gehärteten Exemplaren habe ich stets zu erkennen geglaubt, dass zwischen den Reihen der grossen viereckigen Zellen und dem Wimperepithel der Innenseite sich jederseits noch eine Reihe kleiner unbewimperter Zellen vorfindet, welche die beiden unbewimperten Längszonen der Tentakeln noch breiter macht (Taf. XIII. Fig. 26). Diese unbewimperten Zonen sind es auch, welche die Reihen langer starrer Borsten tragen, welche man am lebenden Thiere jederseits an der Innenseite der Tentakeln wahrnehmen kann (Taf. XIII. Fig. 31 b). Diese Borsten stehen einzeln, nicht in Büscheln von 2—3 wie auf der Aussenseite, in ganz regelmässigen Abständen und ziemlich

1) Philosophical Transactions. London 1837, S. 410.

dicht neben einander. Auch diese Borsten erhalten sich nicht an erhärteten Exemplaren. Die Bewimperung der Innenseite der Tentakeln sowie die Borsten werden von Allman nicht angeführt. Zuletzt sei noch bemerkt, dass am lebenden Thiere die einzelnen Zellen des Zellbelages nicht unterschieden werden können, und derselbe aus einer homogenen Schicht zu bestehen scheint, welche mitunter stärker lichtbrechende Körner eingebettet enthält, die auf der Aussenseite der Tentakeln öfters in Haufen zusammenliegen.

Die Tentakeln sind in hohem Grade beweglich; nicht nur können sich dieselben nach allen Richtungen hin krümmen, sondern auch in der Längsrichtung vermögen sie sich zusammenzuziehen, wobei denn sowohl der Zellenbelag als auch der Schlauch der homogenen Membran quer gerunzelt erscheint. An frischen Exemplaren kann man jedoch keine deutlichen Muskeln innerhalb der Tentakeln wahrnehmen. Man kann nur sehen, dass die Höhlung der Tentakeln von einer durchsichtigen homogenen Schicht ausgekleidet ist, welche an der Aussen- und Innenfläche der Tentakeln nicht sehr dick ist, und von Zeit zu Zeit Anschwellungen zeigt. Dies kann man am besten auf einer Seitenansicht eines Tentakels erkennen (Taf. XIII. Fig. 31) Wenn man dagegen einen Tentakel auf der Aussen- oder Innenfläche betrachtet, so sieht man, dass die eben beschriebene. Schicht auf den Seiten der Höhlung dicke Wülste von halbkreisförmigem Qnerschnitt bildet (Taf. XIII. Fig. 24, 25, 26 d). Bei Untersuchung von Chromsäure-Exemplaren wird aber klar, dass die Stränge auf der Aussen- und Innenseite aus runden langen Fasern bestehen, ungefähr 2—3 an der Zahl, und dass die Anschwellungen von Kernen herrühren (Taf. XIII. Fig. 30 c), die von Zeit zu Zeit ihnen angelagert sind. Die Wülste auf den Seiten lassen jedoch keine weitere Structur beobachten, nur kann man mitunter Kerne in ihnen wahrnehmen.

Die Aehnlichkeit, welche die Fasern auf der Innen- und Aussenseite mit Muskelfasern haben, ist unverkennbar. Man kann sie isoliren, und besonders ragen sie häufig aus dem Schlauch der homogenen Membran heraus, wenn man einen Tentakel zer-

reisst. Auch die Anwesenheit der Kerne spricht für die musculöse Natur dieser Gebilde.

Die beiden seitlichen Wülste hingegen möchte ich am liebsten als das innere Epithel der Tentakeln auffassen, das aus der Höhle des Lophophor sich in die Höhlung der Tentakeln fortsetzt.

Auch die Innenseite des Lophophor ist nämlich, wie die Leibeshöhle, mit einem Epithel ausgekleidet. Die Beobachtung desselben ist aber ungemein schwer, und es ist bis jetzt nicht möglich Details über seine Structur anzugeben. Einige Male habe ich Wimpern auf demselben zu beobachten geglaubt, eine Beobachtung, die mit Allman's Angaben übereinstimmt. Meist kann man aber auf die Anwesenheit von Wimpern nur aus der heftigen Wirbelbewegung schliessen, in der sich die in der Leibesflüssigkeit flottirenden Körperchen in der Höhle des Lophophor befinden.

Auf einem Querschnitt der Tentakeln kann man sowohl die beiden seitlichen Wülste als auch die Muskelfasern sehen; letztere erscheinen mit ihrem Querschnitt als stark lichtbrechende Punkte. Van Beneden hat die seitlichen Wülste für Muskeln gehalten, aber schon Allman spricht sich gegen diese Anschauung aus. Durch diese innerste Schicht wird das Lumen der Tentakeln etwas eingeschränkt; an der äussersten Spitze scheint sie eine die Höhlung durchsetzende Scheidewand zu bilden, durch welche das vorderste Ende derselben abgeschlossen wird (Taf. XIII. Fig. 31). Allman erwähnt, dass dieses Verhalten besonders deutlich ist bei Cristatella. Bei Alcyonella kann man es auch beobachten. Da die Höhlungen der Tentakeln in freier Communication stehen mit der Leibeshöhle, so kommt es häufig vor, dass Körperchen, die in der Leibeshöhlenflüssigkeit flottiren, bis in die Tentakeln dringen. So z. B. habe ich häufig Spermatozoen in denselben gesehen, eine Thatsache, die erwähnt zu werden verdient, weil sie bei oberflächlicher Beobachtung leicht zu einer Täuschung über den Bau der Tentakeln führen kann.

Ueber das Epistom (Taf. XIII. Fig. 28), dessen Gestalt und Stellung bereits oben erwähnt ist, bemerkt Allman, dass

die Wand desselben an der Unterseite dicker sei als an der Oberseite, dass nur die dicke Unterseite Wimpern trage, dass die Spitze desselben am ausgestülpten Thiere sich beständig hebe und senke, und dass die Hebung durch ein Bündel von Muskelfasern bewirkt werde, welches quer von der Spitze der, dem Mund zugekehrten Fläche des Epistomes durch die Höhle desselben, nach der entgegengesetzten Wand verlaufe (Taf. XIII. Fig. 28 x). Diese Bemerkungen stimmen mit meinen Beobachtungen überein. Die Grundlage des Epistom's bildet wiederum eine Lamelle der homogenen Membran, der wir schon so häufig begegneten; der Zellbelag der Unterseite des Epistom ist eine directe Fortsetzung des starken Wimperepithels der Mundhöhle. An der Spitze des Epistom und auf der Oberseite wird der Zellbelag ganz dünn; ob hier aber die Wimpern fehlen, davon habe ich mich nicht völlig überzeugen können. Auf jeden Fall wäre es sehr auffällig, da die ganze übrige Umgebung des Mundes mit Wimpern bekleidet ist.

Das Nervensystem.

Mit der Tentakelkrone steht das Nervensystem in innigster Verbindung (Taf. XIII. Fig. 23). An dem lebenden Thiere aber etwas Genaues über dasselbe zu erkunden ist kaum möglich, und auch an den meisten erhärteten Exemplaren kann man höchstens einen Querschnitt durch das Ganglion anfertigen, dagegen keinen Gesammtüberblick über die Verhältnisse erlangen; zufälliger Weise fanden sich aber unter meinem Vorrathe einige Stücke, welche die Tentakelkrone im Tode vollständig ausgebreitet hatten, und an diesen habe ich die folgenden Beobachtungen gemacht.

Das Nervensystem ist in der Höhle des Lophophor eingeschlossen. Sein Centraltheil hat ohngefähr die Form eines Siegelringes, an den man rechts und links vom Stein 2 lange Hörner angefügt hat. Den Stein stellt das eigentliche Ganglion dar, den Ring selbst der Schlundring, und die beiden Hörner sind die Ausläufer, welche in die Arme des Lophophor gehen.

Das Ganglion liegt der Wand des Oesophagus auf, welche dem Rectum zugekehrt ist, und zwar dicht hinter der Mundöffnung innerhalb des Lophophor. Es ist ohngefähr so breit, als der Durchmesser des Oesophagus beträgt, und vielleicht ein Drittheil so lang. Auf der dem Oesophagus aufliegenden Fläche ist es mit einer tiefen Furche versehen, an der freien Seite hingegen ist es gewölbt, und erhält so auf dem Querschnitte — am lebenden Thiere bekommt man es meist nur auf dem optischen Querschnitt zu sehen — die nierenförmige Gestalt, die Allman ihm überhaupt zuschreibt (Taf. XIII. Fig. 28 n). Die beiden Enden des Ganglion setzen sich seitlich um den Schlund herum, an Dicke bedeutend abnehmend, in den ganz feinen Schlundring fort. Derselbe ist sehr schwer zu beobachten, indessen habe ich doch Gelegenheit gehabt, mich von seinem Dasein zu überzeugen. Viel dicker sind dagegen die beiden Stränge, die vom Ganglion nach der entgegengesetzten Seite in die Arme des Lophophor abgesendet werden. Dieselben sind auf dem Querschnitt abgerundet viereckig und liegen der inneren Wand der Arme dicht an, in der Taf. XIII. Fig. 29 n abgebildeten Weise. Nach den Spitzen des Hufeisens zu verjüngen sie sich allmälig.

Was die histologische Zusammensetzung des Centralnervensystems betrifft, so habe ich beobachten können, dass es aus einer festen Hülle und einem kernhaltigen Inhalt besteht. Die Hülle scheint wieder mit der, schon so oft erwähnten, homogenen Membran identisch zu sein. Durch diese Scheide wird das Ganglion an den Oesophagus und die Hörner an die Wandung der Arme des Lophophor befestigt. Ob die Hülle des Nervensystems gegen die Höhle des Lophophor hin auch noch mit einem Epithel bekleidet ist, wie man wohl vermuthen könnte, war mir zu entscheiden nicht möglich.

Den Inhalt dieser Scheide bildet eine feinkörnige Masse, in die sehr zahlreiche Kerne von runder oder länglicher Form eingestreut sind. Diese überwiegen die feinkörnige Masse um ein Bedeutendes in dem Ganglion und in den Hörnern. Der Schlundring dagegen zeigt uns eine ganz feine, man könnte sagen, undeutlich faserige Structur, aber auch dieses ist eigentlich schon

ein zu starker Ausdruck für die Zusammensetzung eines so ungemein zarten Gebildes.

Eine ähnliche fein faserige Structur haben die ebenfalls sehr zarten peripherischen Nerven, die von dem Ganglion und den Hörnern ausgehen. Von dem Aussenrande der Hörner und von der Spitze derselben laufen nämlich eine Anzahl feiner Stränge aus, von denen jeder sich dem Zwischenraum zwischen je 2 Tentakeln zuwendet, dort durch die Wandung des Lophophor tritt und sich auf der Intertentakularmembran unterhalb des Zellbelages in 2—4 Arme spaltet, in der Taf. XIII. Fig. 23 n abgebildeten Art und Weise. Eine nähere Verbindung der Nerven mit den Tentakeln konnte nicht nachgewiesen werden. Die Nerven laufen auf der Intertentakularmembran aus. Dass die beschriebenen Gebilde übrigens wirklich Nerven sind, kann kaum bezweifelt werden, da die Verbindungen der Fäden auf der Intertentakularmembran mit dem Centralnervensystem deutlich zu beobachten sind. Merkwürdig bleibt es indessen, dass es mir zwar gelang, auf der Intertentakularmembran der inneren Seite des Hufeisens die erwähnten Fäden zu beobachten, dass aber eine Verbindung derselben mit dem Centralnervensystem nicht aufzufinden war. Ich kann dies aber nur darauf schieben, dass es schwierig ist, gerade diesen Theil der Tentakelkrone ohne Verletzung auszubreiten.

Mitunter wollte es mir auf Querschnitten des Ganglion und des Epistom auch erscheinen, als träte ein feiner Faden von dem Vorderrande des Ganglion in das Epistom, dessen Höhlung unmittelbar vor dem Ganglion in die Höhlung des Lophophor mündet. Ich bin hierüber aber meiner Sache nicht ganz gewiss. Allman erwähnt, dass er von dem Ganglion zwei Stränge nach dem Oesophagus habe abgehen sehen. Ich selbst habe etwas derartiges nicht bemerken können. Auch erwähnt er Nervenstränge, die jederseits von dem Ganglion in die Arme des Lophophor abgehen und auf dem Wege Nervenfäden für die Tentakeln abgeben. Er bemerkt aber, dass ein jeder dieser Nervenstränge an der Spitze des Armes umkehre, und an dem Innenrande des Hufeisens wieder nach der Basis der Arme

herablaufe. Merkwürdig ist es, dass diese Beschreibung ohngefähr mit einer Beschreibung der Contouren des Nervensystems, wie ich es dargestellt habe, stimmen würde. Die Ausbreitung der peripherischen Nerven auf der Intertentakularmembran kennt Allman nicht.

Das Muskelsystem.

Von Allman sind acht verschiedene Muskelgruppen bei den phylactolaemen Bryozoen unterschieden worden:

1) Retractoren des Polypid,
2) Rotatoren der Tentakelkrone,
3) Tentakelmuskeln (?),
4) Elevatoren des Epistom,
5) Vordere Parietovaginalmuskeln,
6) Hintere Parietovaginalmuskeln,
7) Sphincter,
8) Muskeln der Leibeswand.

Diese Gruppen lassen sich in zwei grössere Abtheilungen bringen. Die erste Abtheilung würde dann diejenigen Muskeln umfassen, welche zu tunicae musculares zusammentreten, die zweite die freien Muskelfasern, welche nicht an eine Fläche gebunden, sondern frei in der Leibeshöhle ausgespannt sind. Zu der ersteren Abtheilung sind zu rechnen die Muskeln der Leibeswand, nebst den zu ihnen gehörigen sogenannten hinteren Parietovaginalmuskeln, und die Musculatur des Darmtractus.

Den Uebergang zu der zweiten Abtheilung bilden die Tentakelmuskeln, die zwar einer Membran anliegen, aber doch nicht eine eigentliche tunica muscularis zusammensetzen helfen. Diese sämmtlichen Muskeln sind bereits oben ausführlich besprochen worden.

Die zweite Abtheilung umschliesst die Elevatoren des Epistom — auch diese sind bereits erwähnt — die vorderen Parietovaginalmuskeln, und die beiden Allman'schen Gruppen der Retractoren und Rotatoren, die ich als die grossen Bewegungsmuskeln des Polypid zusammenfassen möchte. Beiläufig sei erwähnt, dass Allman unter dem Ausdruck Polypid das Einzel-

thier eines Bryozoenstockes versteht, also eigentlich hier den einzelnen Darmtractus mit der Tentakelkrone, denn der Leibeswandsack gehört öfters mehreren Einzelthieren gemeinsam an.

Die vorderen Parietovaginalmuskeln (Taf. XI. Fig. 9 d u. Taf. XII. Fig. 18) sind feine, stark lichtbrechende, cylindrische Muskelfäden, welche in ziemlicher Anzahl zwischen den Wänden der Falte ausgespannt sind, welche durch den vorderen Theil der Endocyste und die Duplicatur gebildet wird. Sie sind nicht zu Bündeln vereinigt, sondern stehen einzeln in regelmässigen Abständen von einander. Ihre beiden Enden heften sich mit einer kleinen Verbreiterung, das eine an die eigentliche Endocyste, das andere an die Duplicatur an, setzen sich aber nicht etwa, wie die hinteren Parietovaginalmuskeln, in die Muskelschicht der Leibeswand fort; von den hinteren Parietovaginalmuskeln unterscheiden sie sich besonders scharf dadurch, dass sie einfache Muskelfasern, jene hingegen zusammengesetzte Gebilde sind, wie oben ausführlich dargestellt worden. Allman giebt an, dass bei einigen Species an diesen Muskeln kleine Anschwellungen vorkommen. Auch bei Alcyonella fungosa sind diese vorhanden, und weisen sich, wenn man sie an Chromsäure-Exemplaren betrachtet, als Kerne aus. An den Stellen, wo diese Kerne der eigentlichen Muskelfaser anliegen, kann man ein feines Sarcolemma erkennen, das sowohl Kern als Faser umhüllt. Jede Faser hat nur einen Kern, dessen Stellung an ihr aber nicht beständig ist; bei den einen liegt er mehr nach der Mitte zu, bei anderen dicht an der Insertionsstelle des Muskels, in welchem letzteren Falle er sich leicht der Beobachtung entzieht. Gerade die Anwesenheit der Kerne lässt keinen Zweifel an der muskulösen Natur dieser Gebilde, die Allman nicht ganz ausgemacht erschien, aufkommen, denn, wie wir gleich sehen werden, gleichen sie dadurch den Fasern der grossen Retractoren auf das Genaueste. Auch kann man bemerken, dass sie am lebenden Thier einen hohen Grad von Contractilität besitzen, die sich allerdings niemals in plötzlichen schnellen Zusammenziehungen äussert, sodass man, bei Nichtberücksichtigung der histologischen Momente, zweifelhaft sein könnte, ob die leicht zu beobachtenden Dimensionsveränderungen

dieser Fasern activer oder passiver Natur seien. Contrahiren sich diese Muskeln, so erweitern sie die Oeffnung der am eingezogenen Thiere vor den Tentakeln meist stark zusammengeschnürten Tentakelscheide, wenn die Tentakelkrone ausgestülpt werden soll.

Die grossen Bewegungsmuskeln des Polypid bestehen aus starken Fasern, welche zu Bündeln zusammentreten, aber ohne dass die einzelnen Fasern in irgend einer Weise mit den anliegenden verbunden sind. Die einzelnen Muskelfasern sind drehrunde, stark lichtbrechende, wasserhelle lange Fäden; von einem deutlichen Sarcolemma umhüllt, welches sich von der abgerissenen Faser leicht abhebt und dann blasenartig anschwillt (Taf. XII Fig. 20). Auch hat jede Muskelfaser in der Mitte ihrer Längsumdrehung einen deutlichen ovalen Kern mit Kernkörperchen, welcher zwischen der eigentlichen Muskelsubstanz und dem Sarcolemma, das an dieser Stelle ein wenig aufgetrieben erscheint, gelagert ist (Taf. XII. Fig. 19). Wenn man eine ganz junge Knospe untersucht, so sind hier die einzelnen Muskelfasern noch kurze spindelförmige Zellen mit wandständigem Kern; einem etwas älteren Thiere sind die gezeichneten Muskelfasern entnommen worden, und um einen genauen Begriff von dem Ansehen einer Muskelfaser des erwachsenen Thieres zu bekommen, braucht man sich nur die Enden der gezeichneten Fasern um ein bedeutendes Stück verlängert zu denken. Der Kern tritt dann im Verhältniss zu der Zelle selbst ganz zurück, und es bedarf der eben erwähnten entwickelungsgeschichtlichen Beobachtung, um uns zu überzeugen, dass jede lange Muskelfaser eine einzige Zelle repräsentirt. Der Kern ist in allen Fällen wahrzunehmen, am leichtesten kann man sich von seinem Vorhandensein überzeugen an einem lebenden Exemplar von Lophopus crystallinus, an dem man bei der Durchsichtigkeit der Endocyste deutlich die Anschwellung wahrnehmen kann, die in der Mitte der Muskelbündel von den zusammenliegenden Kernen der einzelnen Fasern hervorgebracht werden. Allman erwähnt diese Kerne nicht, giebt dagegen an, dass die Muskelfasern quergestreift seien. Es war mir indessen niemals möglich, weder an leben-

den, noch an frisch getödteten, noch an erhärteten Exemplaren eine Erscheinung zu entdecken, die mir als wirkliche Querstreifung erschienen wäre. Mitunter ist allerdings das Sarcolemma ein wenig quergerunzelt, dies kommt aber daher, dass nur die eigentliche Muskelsubstanz contractil ist, das Sarcolemma aber nicht. Auch die Neigung der frischen Fasern, beim Zerreissen nach der Querrichtung in Scheiben zu zerfallen, ist durchaus nicht immer gleich stark vorhanden (Taf. XII. Fig. 20), und es ist die Art und Weise, in der dies Zerfallen vor sich geht, so unregelmässig und willkürlich, dass ich mich nicht habe überzeugen können, dass dasselbe durch eine, im lebenden Muskel präformirte, Anordnung der Theilchen hervorgerufen wird. Vielmehr erschien mir dieser Vorgang einfach als durch Gerinnung der Muskelsubstanz bedingt. Auch an gehärteten Exemplaren erscheint die Muskelsubstanz niemals quergestreift, sondern als ein einfacher homogener Cylinder.

Was die Anordnung dieser Muskeln im Allgemeinen betrifft, so ist bereits bei Besprechung der Verdauungsorgane erwähnt worden, dass dieselben zwischen der Leibeswand und dem Darmtractus ausgespannt sind (Taf. XI. Fig. 9).

Allman giebt an, dass lange Muskelbündel jederseits von dem Oesophagus und dem Lophophor entspringen, um sich weit hinten an die Endocyste zu befestigen; gelegentlich entsprängen einzelne Fasern auch von dem Magen. Dies ist eine genaue Beschreibung dessen, was man an dem lebenden, ausgestülpten Thiere beobachten kann; die geringe Durchsichtigkeit der Ectocyste verhindert aber meistentheils die Beobachtung am zurückgezogenen lebenden Thiere, und nur an Chromsäure-Exemplaren kann man erkennen, dass die Muskulatur bilateral symmetrisch angeordnet ist, ein Verhältniss, das in der Allman'schen Darstellung durchaus nicht hervortritt.

An einem zurückgezogenen Thiere von Alcyonella fungosa erkennt man leicht, dass jederseits von den Seitenflächen des Oesophagus und des Magens eine grosse Anzahl der beschriebenen Muskelfasern entspringt, welche convergirend, die der rechten Seite nach rechts, die der linken Seite nach links

quer durch die Leibeshöhle zweien Ansatzstellen an der Leibeswand zulaufen, die ohngefähr gegenüber dem Cardialtheile des Magens rechts und links in gleicher Entfernung von der Mittellinie der Neuralseite liegen. Bei genauerer Betrachtung findet man dann, dass die Muskelfasern, welche an der Neuralseite der Ansatzstellen sich befestigen, nach dem vordersten Theile des Oesophagus und dem ihm zunächst liegenden Theil der Tentakelscheide, oder wie sich Allman ausdrückt, nach dem Lophophor laufen (Taf. XI. Fig. 9 nn'). Diese bilden zusammen jederseits eine Art gesonderten Muskelbündels, und Allman trennt die nach der Tentakelscheide abgehenden als Rotatoren der Tentakelkrone ab. Die an der Hämalseite der Ansatzstellen entspringenden Muskelfasern (n'' n''' n''''), laufen an den übrigen Theil des Oesophagus und den Magen, und zwar bilden ihre Insertionen an dem Oesophagus und dem Cardialtheil des Magens jederseits eine ununterbrochene Linie; diese Linien entsprechen aber nicht genau den Seitenlinien des Magens und des Oesophagus, sondern sie sind ein wenig mehr nach der Neuralseite hinaufgerückt, so dass sie am Cardialtheil des Magens in die Furche fallen, in der derselbe mit dem Rectum zusammenstösst, (mit dem er ja, wie wir gesehen haben, durch den Epithelialschlauch verwächst). An dem Pylortheile des Magens setzen sich hingegen die Muskelfasern jederseits in mehreren Bündeln von je 10 oder 12 Fasern an, wenigstens ist dies so bei dem ausgewachsenen Thiere, während bei den jungen Knospen auch hier die Ansatzstellen eine continuirliche Linie zu bilden scheinen. Nur am blinden Ende des Magens von der Stelle ab, wo die Muskulatur des Darmes sich in der beschriebenen Weise zu verdicken beginnt, finden sich keine Muskelinsertionen. Die Muskelfasern verbreitern sich ein wenig bei der Insertion an der Magenwand (Taf. XII. Fig. 21).

Aus den eben geschilderten Verhältnissen ersieht man leicht, dass die Bezeichnung dieser Muskeln als Retractoren einen zu beschränkten Begriff von ihrer Wirksamkeit giebt. Der grössere Theil derselben kann durch Vorschieben des Darmtractus sehr wohl bei der Ausstülpung der Tentakelkrone

sich betheiligen. Allman nahm an, die Ausstülpung erfolge allein dadurch, dass die, durch Contraction der Leibeswand zusammengepresste, Flüssigkeit in der Leibeshöhle den Polypid nach vorn zu treibe. Wenn sich das Thier nur wenig zurückgezogen hat, so mag die Ausstülpung auch wohl ziemlich ausschliesslich in letzterer Weise vor sich gehen. Ist aber das Thier ganz zurückgezogen, so können die grossen Bewegungsmuskeln die Ausstülpung einleiten.

Betrachtet man das gänzlich zurückgezogene Thier, so scheinen die nach der Tentakelscheide und dem vordersten Theil des Oesophagus verlaufenden Muskelfasern die dem hinteren Theile des Magens sich inserirenden Fasern an Dicke bedeutend zu übertreffen, ohngefähr um das Vierfache. Die dem mittleren Theil des Darmtractus sich inserirenden Fasern nehmen auch in Betreff der Dicke die Mitte zwischen den beiden Extremen ein. Letztere Fasern sind alsdann auch meist nicht angespannt, sondern füllen, erschlafft, in lange schlangenförmige Windungen zusammengelegt den Zwischenraum zwischen Magen und Leibeswand. Indessen habe ich mich überzeugt, dass diese Verschiedenheit in der Dicke lediglich von dem Contractionszustande der Fasern abhängt, und wenn man ein weniger zurückgezogenes Thier betrachtet, so kann es vorkommen, dass man die Verhältnisse gerade umgekehrt findet. Ist das Thier ganz ausgestülpt, so ist die Dehnung aller Fasern so bedeutend, dass ein Unterschied in der Dicke nicht wahrgenommen werden kann, und der Darmtractus ist soweit vorgeschoben, dass alle Fasern der grossen Bewegungsmuskeln bei der Retraction mitwirken können.

Hiermit wäre die Darstellung der Anatomie beendet; besondere Generationsorgane besitzen die Bryozoen nicht; Eier und Spermatozoen bilden sich nur zeitweise, letztere an dem oberen Theile des Funiculus. Die Beobachtungen dieser Vorgänge, sowie die Untersuchung des Knospungsprocesses sind noch nicht abgeschlossen, dagegen gelang es die Bildungsgeschichte der Statoblasten genau zu verfolgen, zu deren Darstellung ich mich wende.

Die Statoblasten.

An dem Funiculus, dessen Struktur bereits beschrieben worden ist, bilden sich zweierlei der Fortpflanzung dienende Producte, einmal, und zwar zunächst dem Magen, die Spermatozoen, andererseits auf der ganzen übrigen Länge des Funiculus die sogenannten Statoblasten.

Gegen Ende des Sommers sind dieselben in so grosser Anzahl vorhanden, dass sie beinahe die ganze Leibeshöhle der einzelnen Thiere ausfüllen. Sie fallen allmälig von dem Funiculus ab, liegen frei in der Leibeshöhle und werden dann bei Zerstörung des Thieres in dem Wasser verstreut. In den Gewässern, in denen die Bryozoen vorkommen, kann man um diese Zeit kaum eine Flasche voll Wasser schöpfen, ohne eine erkleckliche Anzahl Statoblasten mit zu bekommen. Sie fielen durch die verhältnissmässig bedeutende Grösse und die seltsame Form sogleich bei der ersten Untersuchung von Alcyonella den Forschern in die Augen, und da man bald entdeckte, dass sie unter günstigen Umständen nach einiger Zeit sich öffnen, um ein junges Thier ausschlüpfen zu lassen, so wurden sie ohne Weiteres für Eier angesprochen. Auch Allman hegte Anfangs diese Meinung, bis er die wahren Eier von Alcyonella entdeckte, und nun die Statoblasten als sich ablösende Knospen bezeichnete, die zur Erhaltung der Species unter ungünstigen Umständen dienen sollen.

Die Statoblasten sind flache Körper von elliptischem Umriss (Taf. XII. Fig. 22a). An der dicksten Stelle erreicht ihre Dicke ohngefähr ein Drittheil von der längeren Achse der Ellipse. Messungen an 30, auf das Gerathewohl herausgegriffenen, völlig ausgebildeten Statoblasten von Alcyonella fungosa ergaben die folgenden Zahlen:

	Längere Achse.	Kürzere Achse.
Maximum . . .	0,45^{mm}	0,34^{mm}
Minimum	0,37^{mm}	0,27^{mm}
Mittlerer Werth	0,4035^{mm}	0,3125^{mm}

Es stehen diese beiden Achsen aber in keinem ganz constanten Verhältniss, so dass ziemlich bedeutende Schwankungen

im Umriss vorkommen können. Die Statoblasten werden im ausgebildeten Zustande von einer Chitinhülle umschlossen. Ob es wirkliches Chitin oder nur eine verwandte Substanz ist, ist schwer zu entscheiden, indessen habe ich mich überzeugt, dass die Hüllen in kochender Aetzkalilauge unlöslich, in kochender Salpetersäure dagegen löslich sind.

An dieser Chitinhülle kann man zwei verschiedene Theile unterscheiden, den Discus und den Schwimmring.

Der Discus, der wesentlichere der beiden Theile, der das Bildungsmaterial für das zukünftige junge Thier einschliesst, ist eine linsenförmige Kapsel von ovalem Umriss (Taf. XII. Fig. 22b). Die eine Seite ist ziemlich flach, aber regelmässig gewölbt, während die andere, stärker convexe, nach dem Rande zu steiler abfällt. Der Discus hat eine dunkelbraune Farbe und zeigt eine Sculptur, aus hexagonalen Figuren bestehend (Taf. XIV. Fig. 44). In der Mitte jedes Hexagons erhebt sich ein flacher Hügel, so dass bei schwacher Vergrösserung die ganze Oberfläche granulirt erscheint. Die convexere Seite zeigt ausserdem auch noch eine concentrische Streifung. Die Grenzen der Hexagone und die Hügel erscheinen, je nach der Einstellung des Miskroskopes, bald heller und bald dunkeler als die übrige Fläche, aber stets sind beide von gleicher Schattirung. Da man nun auf Querschnitten die Hügel deutlich als solche erkennt, so sind wahrscheinlich auch die Grenzen erhaben, wenn auch nur sehr schwach. Ein Querschnitt des Discus zeigt ferner, dass die Hülle aus parallel geschichteten Lagen besteht, deren Grenzen sich auf dem Querschnitt als dunkele Linien markiren (Taf. XIV. Fig. 43ch).

Der Schwimmring (Taf. XIV. Fig. 42r) umgiebt den Discus längs des scharfen Randes, welcher letztere so zu sagen in einen Falz an der Innenseite des Ringes eingelassen ist. Der Ring greift auf der gewölbteren Seite des Discus weiter nach der Mitte zu über als an der flacheren. Er giebt durch seinen elliptischen Umriss dem ganzen Statoblasten diese Gestalt. An zwei Stellen ist der Schwimmring bedeutend breiter als an den dazwischenliegenden; die Verbindungslinie dieser beiden breiteren Stellen entspricht der längeren Achse des Discus. Der Schwimm-

ring besteht aus zwei Lagen gänzlich geschlossener Chitinzellen, welche nur Luft enthalten und den Zweck zu haben scheinen, den frei herumschwimmenden Statoblasten an der Oberfläche des Wassers zu erhalten. Die Zellen sind langprismatisch von sechsseitigem Querschnitt, mit ihren langen Seiten dicht aneinandergereiht wie die Zellen einer Bienenwabe. Sie sind ganz geschlossen; nach der Oberfläche des Ringes zu mit einer kleinen Wölbung, so dass derselbe ein brombeerartiges Aussehen erhält. Die beiden Zelllagen entsprechen den beiden Flächen des Discus. Die Längsachsen der Zellen sind ziemlich senkrecht gegen die Oberfläche des Discus gerichtet. An dem Aussenrande des Schwimmringes stossen die beiden Zelllagen ein Stück weit gegen einander, weiter nach innen zu trennen sie sich aber, um den Falz zu bilden, in den der Rand des Discus eingelassen ist. Auf einem Querschnitt hat es den Anschein, als liefe um den scharfen Rand des Discus ein flacher Bord, auf dem die äusseren Zellen des Schwimmringes ständen. Das ist aber eine Täuschung, der Bord wird lediglich durch das Zusammentreten der Zellwände der beiden Lagen gebildet.

Die Art und Weise der Entstehung der, bei allen phylactolaemen Süsswasserbryozoen vorkommenden Statoblasten [1]), ist bis jetzt nur von Allman an Lophopus crystallinus beobachtet worden. Seinen Angaben zufolge erscheinen sie zuerst als kleine Anschwellung auf dem Funiculus, bestehend aus einem Häufchen kleiner Zellen, die von einer mit der Aussenschicht des Funiculus zusammenhängenden dichteren Schicht umgeben werden. Diese Anschwellung wächst, nimmt eine regelmässige ovale Form an, während ihr Inhalt durchgängig körnig ist und augenscheinlich aus zwei dicht aneinander liegenden Massen besteht, die aber bald darauf wieder verschmelzen. Der Inhalt besteht aus kleinen Zellen und wird bald von einer gemeinsamen durchsichtigen Membran, welche ebenfalls zelliger Natur

---

1) Parfitt will jetzt auch bei Paludicella Statoblasten gefunden haben Ann. and Magaz. of Nat. History. Vol. XVIII. 1866. p. 171 bis 173.

ist, nach aussen begrenzt. Nun wird das ganze Gebilde linsenförmig, und es entstehen innerhalb der äusseren Bedeckung zwei andere Hüllen, von denen sich die innere über den ganzen Umfang der Zellmasse erstreckt, während die äussere in Form eines Ringes den Rand der Linse umgiebt. Bis zu diesem Punkte der Entwickelung sind die beiden Hüllen einfach körnig; bald aber kann man erkennen, dass der Ring aus getrennten Zellen besteht, welche aus einem hellen nucleusartigen Mittelpunkte und einer Anzahl concentrischer Lagen, die an die Verdickungsschichten gewisser Pflanzenzellen erinnern, zusammengesetzt sind. Die innere Hülle nebst dem Ringe wird nun mehr und mehr undurchsichtig und hornartig, erstere erhält eine braune, letzterer eine gelbe Färbung, und der Ring besteht nun aus einer Menge hexagonaler mit Luft erfüllter Zellen. Wird der nunmehr ausgebildete Statoblast zerquetscht, so treten eine Menge von Zellen mit stark lichtbrechenden Körperchen gefüllt aus. Allman erwähnt auch noch, dass er manchmal bei Alcyonella fungosa Statoblasten bemerkt habe, die in der Mitte der convexeren Seite eine regelmässig elliptische Oeffnung hatten, aber stets leer waren, und erklärt dieselben für wahrscheinlich abnorme Bildungen. Die fernere Entwickelung des Inhaltes der Statoblasten zum jungen Thier hat Allman nicht beobachten können. Auch mir ist dies bis jetzt nicht gelungen, dagegen habe ich die Bildung der Statoblasten selbst bei Alcyonella fungosa ziemlich genau verfolgen können, so dass ich im Stande bin, die Allman'schen Beobachtungen etwas zu erweitern.

Die Statoblasten entstehen aus einem wurstförmigen Körper (Taf. XIV. Fig. 32), der sich, sobald das Thier seine volle Entwickelung erreicht hat, unterhalb der äusseren Epithelschicht des Funiculus bildet und sich in einer langen Spirale um denselben windet. Dieser, ich möchte sagen Keimstock, besteht aus einem Aggregate vieler runder stark lichtbrechender Kerne mit Kernkörperchen, zwischen denen, wenn auch wohl nur spärlich, sich Protoplasma findet. Von diesem Keimstock schnüren sich nach und nach kleine Klümpchen von Kernen ab, die sich bald deutlich von den nebenliegenden abheben und einen

bestimmten Contour zeigen. Dieser Abschnürungsprocess beginnt an dem dem Magen zunächst liegenden Ende des Keimstockes, und wenn man den Funiculus mit Statoblasten besetzt findet, ist meist die Entwickelung der zuerst abgeschnürten Klümpchen bereits weit vorgeschritten, während nur an dem der Leibeswand ansitzenden Ende des Funiculus der ursprüngliche Keimstock zu beobachten ist. — Die Klümpchen wachsen nun unterhalb der Epithelialschicht des Funiculus und rücken dabei etwas auseinander. Sie werden allein von dem Epithel des Funiculus an dem letzteren festgehalten, indem sie in einer Ausstülpung des Epithels wie in einem dicht anschliessenden Sacke liegen. Jedes solcher Klümpchen stellt einen Statoblasten dar.

Ein jeder dieser jungen Statoblasten zerfällt nun in 2 Hälften (Taf. XIV. Fig. 32 b), ein Vorgang, der durch eine aequatorial um ihn herumlaufende Furche deutlich angezeigt wird, und hat nun genau das Ansehen eines in die beiden primitiven Furchungskugeln zerfallenen Dotters; ob die beiden Hälften durch eine Membran getrennt sind, vermochte ich mit Sicherheit nicht zu entscheiden. Der nächste Schritt ist der, dass sich in der vom Funiculus abgewendeten Hälfte die Kerne in einer einfachen Lage an die Peripherie derselben anlegen, wodurch eine mittlere Höhle erzeugt wird (Taf. XIV. Fig. 33 h). Hierdurch wird zum ersten Male die verschiedene Bestimmung dieser beiden Hälften angezeigt: die ausgehöhlte ist zur Bildung der Chitinhülle bestimmt, während die andere das Material zu dem künftigen Thiere liefert. Ich werde dieselben von nun an, jene als cystogene Hälfte resp. Schicht, diese als Bildungsmasse bezeichnen. Der Statoblast nimmt indess an Grösse zu, die Epithelialhülle des Funiculus immer mehr ausdehnend. Um die einzelnen Kerne an der Wandung der Höhle in der cystogenen Hälfte sammelt sich Protoplasma, und es bildet sich um jeden Kern eine Zelle (Taf. XIV. Fig. 34). Diese Zellen haben genau die Form von Cylinderepithelien. Sie zeigen einen hexagonalen Querschnitt, die Kerne liegen an ihrem peripherischen Ende. Auch in der anderen Hälfte zeigt sich eine Vermehrung des Protoplasma nebst schwachen Andeutungen von Zellgrenzen, und die Kerne zeigen eine Tendenz,

sich in senkrecht auf der Trennungsebene der beiden Hälften stehende Reihen zu ordnen.

Der bis jetzt ziemlich kugelförmige Statoblast fängt nun an sich abzuplatten (Taf. XIV. Fig. 35), und zwar so, dass die Abplattung senkrecht gegen die Trennungsebene beider Hälften geschieht. Der Statoblast wird hierdurch linsenförmig, der Contour der Linse ist aber nicht kreisrund, sondern oval, die Gestalt des Discus, so zu sagen, präformirend. Die nicht ausgehöhlte Hälfte nimmt nun bedeutend an Volumen zu, nnd es sammelt sich das Protoplasma um die Kerne zu spindelförmigen Massen, deren längere Achsen senkrecht gegen die Peripherie des Statoblasten stehen. Die cystogene Hälfte plattet sich dagegen ab, und breitet sich nur in der Richtung ihres grössten Umfanges aus. Es schwindet hierbei die Höhlung, indem ihre beiden Wandungen sich dicht an einander legen, und die cystogene Hälfte liegt nun als ein kuchenförmiger Körper, der aus 2 an den Rändern in einander übergehenden Zellschichten besteht, der Bildungsmasse auf; beide Hälften werden von der Epithelschicht des Funiculus umschlossen, die eine dünne feinkörnige Schicht bildet, auf der grosse elliptische Kerne mit Kernkörperchen kleine Anschwellungen hervorbringen.

Die kuchenförmige cystogene Schicht breitet sich nun allmälig an den Rändern aus und umwächst nach und nach die Bildungsmasse, ohngefähr in derselben Weise, wie die Falte des Amnion den Embryo umwächst; das Wachsthum scheint besonders an dem Rande des Kuchens durch Zelltheilung vor sich zu gehen.

Zwischen den beiden Zellschichten der cystogenen Hälfte zeigt sich nun eine stärker lichtbrechende Membran, die in ihren ersten Anfängen so durchsichtig ist, dass man sie nur auf dem Querschnitte eines Statoblasten erkennen kann (Taf. XIV. Fig. 36ch). Dies ist die Anlage der Chitinhülle, und zwar erscheint dieselbe als eine Absonderung der äusseren Zelllage der cystogenen Schicht, da sie sich zu verdicken fortfährt, auch nach dem gänzlichen Verschwinden der inneren Zelllage, und eine den Zellumrissen der äusseren Schicht entsprechende Sculptur erhält. Die Bildungsmasse hat sich inzwischen zu langen spin-

delförmigen Zellen differenzirt, und während die Kerne aus denselben verschwinden, wandelt sich ihr Inhalt in lauter kleine stark lichtbrechende Körner um. Nur an der Peripherie der Bildungsmasse bleiben Kerne zurück, von ein wenig feinkörnigem Protoplasma umgeben, und ein Theil der spindelförmigen Zellen, welche noch immer ziemlich senkrecht gegen die Peripherie gerichtet sind, geht mit ihren spitzen Enden in diese äussere Schicht über, indem jede Zelle dadurch eine fussartige Ausbreitung an ihrer peripherischen Spitze erhält, in welcher meist ein Kern liegt. Wenn der Statoblast jetzt zerquetscht wird, so bleiben in Folge der beschriebenen Verhältnisse eine Anzahl der spindelförmigen Zellen mit dem einen Ende fest an die Epithelialschicht des Statoblasten geheftet.

Nachdem nun der Statoblast allmälig soweit gewachsen ist, dass er abgesehen von der äusseren Zelllage des cystogenen Theiles die definitive Grösse des Discus erhalten hat, zeigt sich eine Knickung der feinen Chitinmembran rings an dem Umfange derselben (Taf. XIV. Fig. 37). Der hierdurch erzeugte Rand ist die Anlage des scharfen Randes des Discus. Indem nun zu gleicher Zeit die cystogene Schicht den Rand des Statoblasten umwächst, und die Chitinmembran entsprechend an den Rändern zunimmt, erhält die Chitinhülle die Gestalt des fertigen Discus, mit dem Unterschiede, dass sie noch sehr dünn ist und an der dem Funiculus zugewendeten Seite in der Mitte noch ein grosses Loch hat (Taf. XIV. Fig. 38). Die Chitinmembran ist jetzt hellgelb, an den Rändern des Loches, also da wo sie sich weiterzubilden fortfährt, sehr dünn, an dem scharfen Rande des Discus, wo sie auch zuerst die definitive braune Farbe annimmt, dagegen ziemlich verdickt.

Die beiden Zelllagen der cystogenen Schicht haben sich inzwischen verschieden entwickelt; während die innere in der Mitte ihrer Flächenausdehnung etwas undeutlicher wird, und augenscheinlich von hier aus einer regressiven Metamorphose anheimfällt, dagegen an den Rändern, wo sie mit äusserer Zelllage zusammenhängt, noch immer weiterwächst und intact bleibt (Taf. XIV. Fig. 36, 37, 38 z), haben sich die Zellen der äusseren Zellschicht ein wenig in die Länge gestreckt, ihre inneren

Enden haben sich etwas von einander getrennt, auch ist der Kern ein klein wenig mehr nach Innen gerückt. Während aber diese letzteren Zellen auf der Seite des Statoblasten, die ursprünglich der cystogenen Hälfte entsprach (ich werde diese von nun an die obere nennen), senkrecht gegen die Peripherie stehen, ist dies mit den Zellen an den Rändern der cystogenen Schicht, die auf die andere Seite herumgewachsen sind, nicht der Fall, sondern diese stehen sämmtlich mit ihren längeren Achsen senkrecht gegen eine durch den scharfen Rand des Discus bestimmte Ebene, und daher kommt es, dass, bei gleichbleibender allgemeiner Dicke der äusseren Zellschicht, die einzelnen Zellen am Rande der Unterseite doch länger sind, als die Zellen der Oberseite.

Indessen beginnen jetzt auch die Randzellen der oberen Seite der äusseren Zellschicht sich gewaltig in die Länge zu strecken, wobei sie oben und unten dünner werden und der Kern nach der Mitte zu rückt (Taf. XIV. Fig. 38). Wenn nun die cystogene Schicht ohngefähr soweit um die Bildungsmasse herumgewachsen ist, dass der Durchmesser der unüberwachsenen Stelle bereits weniger als die Hälfte des längsten Durchmessers des Statoblasten beträgt, so sind die Randzellen sowohl der oberen als der unteren Seite so stark gewachsen, dass sie zwei bis drei Mal so lang sind, als die Zellen in der Mitte der oberen Fläche. Natürlicher Weise müssen sie sich in Folge dessen krümmen, da der Zwischenraum zwischen der äusseren Epithellage des Funiculus und der Chitinmembran ihnen nicht den gehörigen Raum zur freien Streckung darbietet; die durch die Krümmung beengten Zellen suchen sich zu strecken, und so kommt es, dass die inneren Enden der fünf oder sechs äussersten Randzellenreihen nach und nach von dem Discus abgleiten und gegen einander zu liegen kommen, und zwar in einer Ebene, welche durch den scharfen Rand des Discus bestimmt wird (Taf. XIV. Fig. 39). Dieses Wachsthum und Gleiten der Randzellen geschieht aber nicht an allen Punkten des Randes gleichzeitig und gleichmässig, vielmehr beginnt es an den, den Enden der längeren Achse des Discus entsprechenden Punkten des Umfanges, und erst später auf den dazwischenliegenden. Sobald

nun die ersten Reihen der Randzellen jederseits vom Discus abgeglitten sind, und mit ihren Basen aufeinander ruhen, zeigt sich an ihnen eine höchst merkwürdige Erscheinung. Sie beginnen nämlich Chitin abzusondern, nicht nur an ihren Basen, wie sie dies ja bereits längst gethan haben, und wie es die sämmtlichen Zellen der äusseren Zellschicht thun, sondern auch an ihren Seitenwänden in die Intercellularräume hinein, und hierdurch wird allmälig der Schwimmring gebildet, *dessen Zellen also nicht als wirkliche Zellen, sondern nur als aus Intercellularsubstanz geformte Abgüsse bereits resorbirter Matrixzellen zu betrachten sind* (Taf. XIV. Fig. 40, 41, 42 r). Die einzelnen Zellen sondern aber nicht von Anfang an an der ganzen Oberfläche Chitin ab, vielmehr beginnt diese Secretion an der Basis derselben, und erst allmälig nehmen auch die Seitenflächen der Zellen an dieser Thätigkeit Theil. Es entstehen daher zunächst an den den Enden der längeren Achse entsprechenden Stellen des Statoblasten, dem scharfen Rande des Discus angesetzt, zwei kleine halbmondförmige Borde, jeder aus 2 dicht aneinanderliegenden Chitinlamellen bestehend, zwischen den Zelllagen der Ober- und Unterseite. Auf diesen Borden und auf den anstossenden Stellen der Discusflächen erhebt sich nun in den Intercellularräumen sowohl auf der Ober- als der Unterseite des Discus eine Lage von kurzen, im Querschnitt sechsseitigen, nach oben offenen Chitinröhren (Taf. XIV. Fig. 40). Natürlich sieht man hiervon am unverletzten Statoblasten nichts, nur auf Querschnitten kann man diese Verhältnisse beobachten.

Dieser Vorgang zeigt sich bald um den ganzen Rand des Discus herum, und wir haben nun bereits den ganzen Schwimmring angelegt, dessen einzelne Zellen allerdings noch nicht geschlossene Räume bilden, sondern gegen die Peripherie hin offen sind und von weichen Matrixzellen erfüllt werden. Die Matrixzellen verändern sich wenn sie Chitin zu secerniren beginnen; der untere Theil der Zelle, der wirklich secernirt, wird heller und durchsichtiger, und schwillt so zu sagen ein wenig, und der Kern rückt in dem Verhältniss der Peripherie des Statoblasten zu, als die Chitinröhren in den Intercellular-

räumen länger werden. Auch ist der Kern bedeutend leichter erkennbar geworden. Die früher beschriebene Trennung und Zuspitzung der Basaltheile der Zellen ist gänzlich geschwunden, die Basen der Zellen liegen jetzt vielmehr dicht aneinander, nur durch die zarten Chitinmembranen von einander getrennt. Auch haben sie, wenn man die innersten Zellen des Ringes auf der oberen Fläche des Statoblasten abrechnet, ihre frühere Krümmung verloren. Ihre oberen Enden sind dagegen noch immer getrennt und zwar mehr als früher. Während so die Chitinzellen des Ringes innerhalb der Dicke der äusseren Zelllage der cystogenen Schicht angelegt werden, hat sich auch die Chitinmembran des Discus, die sich sammt dem Rande der cystogenen Schicht noch ein wenig weiter nach der Mitte der Unterseite des Statoblasten vorgeschoben hat, bedeutend verdickt. Auch zeigt sich auf ihr bei schiefer Beleuchtung bereits eine Andeutung der bei Beschreibung des reifen Statoblasten erwähnten Sculptur der Oberseite.

Die innere Zellschicht der cystogenen Schicht ist dagegen gänzlich geschwunden (Taf. XIV. Fig. 39, 40 z'') bis auf schwache Andeutungen an den Rändern des Loches in der Chitinmembran, wo sie noch immer als ein eingeschlagener Saum der äusseren Zelllage den sich neubildenden Rand der Chitinmembran umschliesst.

Durch das Gegeneinanderwachsen der Ränder der cystogenen Zelllage und der damit verbundenen Bildung der festen Chitinhülle auch auf der Unterseite des Statoblasten wird aber der Raum für das umwachsene Bildungsmaterial bedeutend verengert, und während letzteres bereits in den auf Taf. XIV. Fig. 37, 38, 39 abgebildeten Entwickelungsstadien die Form einer Linse mit dickem cylindrischen, an der einen flachen Seite angebrachten Stiele annahm, wird nun der Stiel durch die Ränder der Chitinmembran noch mehr von der übrigen Bildungsmasse abgeschnürt, und ragt aus dem Loche auf der Unterseite des Discus als ein runder Knopf hervor (Taf. XIV. Fig. 40), dessen Dicke grösser ist, als die der unteren cystogenen Zellschicht, weshalb er auch das Epithel des Statoblasten ringsum ein wenig von der cystogenen Zellschicht abhebt, sodass um ihn

herum ein freier, nur von einzelnen Fäden und ein wenig körnigem Protoplasma ausgefüllter, im Querschnitt 3 seitiger Raum übrig bleibt (Taf. XIV. Fig. 40 v).

Nun schliesst sich allmälig das Loch des Discus. Die hierzu erforderliche Chitinschicht wird aber nicht von neu gebildeten Zellen, welche am Rande der cystogenen Schicht entstehen, wie dies ja bisher geschah, wenn der Rand der Chitinhülle des Discus sich gegen das Centrum der Unterseite hin vorschob, abgesondert, vielmehr geschieht diese Absonderung durch die bereits im Umkreise des Loches vorhandenen cystogenen Zellen. Diese beginnen nämlich zu wachsen und zeigen das Bestreben, sich nach der Mitte der Unterseite hin kuppelartig zusammenzuwölben, wobei ihre freien secernirenden Basen sich nach der Mitte zu verschieben und also das Loch nach und nach durch Apposition von neuer Chitinmasse an die Ränder des Loches zu schliessen vermögen (Taf. XIV. Fig. 41). Durch den so immer weiter nach dem Centrum vorrückenden scharfen Rand der Chitinmembran wird der knopfförmige ausserhalb des Discus hervorragende Theil des Bildungsmaterials gänzlich abgeschnürt, liegt aber noch eine Zeit lang als abgeplattete Kugel auf der Mitte der Unterseite zwischen der Chitinmembran und der Epithellage, fest mit letzterer verbunden, auf der dem Discus zugewendeten Seite gewölbeartig von den cystogenen Zellen bedeckt.

Nach und nach verschwindet aber dieser Rest der Bildungsmasse gänzlich; es bleibt alsdann anfänglich noch ein leerer Raum zurück, und wenn auch dieser schwand und die Zellschicht die ganze Unterseite des Statoblasten bedeckt, sind die Zellen in der Mitte noch ein wenig länger als die übrigen und ein wenig gegen einander geneigt (Taf. XIV. Fig. 42 x).

Wir haben also jetzt den Statoblasten bis zu dem Punkte seiner Entwickelung verfolgt, wo sein Discus vollkommen geschlossen ist und die Zellen des Schwimmrings angelegt sind. Letztere sind aber noch nach oben offen und von ihren Matrixzellen erfüllt. Wenn nun die Schliessung derselben beginnt, so zieht sich der ganze Zellinhalt der Mutterzellen sammt dem Kern nach den peripherischen Enden der Zellen, die noch immer

ein wenig von einander abstehen (Taf. XIV. Fig. 43), so dass innerhalb der Chitinröhre nur noch die dünne, glashelle, äusserst schwer zu erkennende Zellhaut der Matrixzelle zurückbleibt (Fig. 43a). Aber auch diese schwindet bald; nun sind die Chitinröhren ganz leer und ihr Inhalt hängt in Form kleiner Klümpchen mit einem Kern an der Epithelialschicht des Statoblasten (Fig. 43b). Nach und nach breiten sich aber diese Klümpchen seitlich aus und schliessen sich dicht aneinander an, und bilden mit den ebenfalls in der regressiven Metamorphose begriffenen übrigen Zellen der cystogenen Schicht eine continuirliche Lage rings um den Statoblasten (Taf. XIV. Fig. 42). Diese Lage fährt fort an ihrer ganzen inneren Oberfläche Chitin abzusondern, und durch die hierdurch jetzt gleichmässig auf der ganzen Oberfläche der Statoblasten sich ablagernde Chitinschicht werden zugleich die Zellen des Schwimmringes oben geschlossen und der Diskus an den Stellen, wo er frei zu Tage liegt, verdickt. Nun wird auch die Sculptur des Discus deutlich, und man sieht, dass dieselbe genau der Zeichnung der absondernden Matrix entspricht, wie man sich durch einen Blick auf Taf. XIV. Fig. 44 u. 45 leicht wird überzeugen können. Die sechsseitigen Contouren entsprechen den schmalen Zwischenräumen zwischen den einzelnen hexagonalen Zellen der Matrix, während der kleine Hügel der Basis der Zelle correspondirt.

Mit dem Verschluss der Zellen des Schwimmringes ist der Statoblast fertig. Die ihn noch umgebende weiche Zellschicht schwindet allmälig, indem sowohl die Zellen als die Epithelschicht undeutlicher werden, und reducirt sich schliesslich auf eine ziemlich feste, sowohl aussen als innen hier und da mit kleinen Protoplasmaklümpchen besetzte Membran, durch die noch eine Zeit lang der Statoblast an dem Funiculus festgehalten wird. Aber auch diese letzte Hülle schwindet, und nur von der festen Chitinhülle bekleidet ruht der Statoblast so lange in der Leibeshöhle des Thieres, bis die Zerstörung des letzteren ihn befreit.

Während der Darstellung der Entstehung der Chitinhülle, haben wir den Inhalt der Statoblasten, die Bildungsmasse, gänz-

lich aus dem Auge verloren; indessen ist wirklich nicht viel mehr zu berichten, als dass mit der Zeit auch die beschriebenen spindelförmigen Zellen, die in einem frühen Entwickelungsstadium die Bildungsmasse ausmachten, verschwinden, und der ganze Statoblast nun von einer gleichmässig körnigen Masse erfüllt wird. Ueber die Veränderungen, welche mit dieser Masse vor sich gehen bis zu dem Zeitpunkte, wo der Statoblast sich öffnet, um ein junges Thier ausschlüpfen zu lassen, sowie über den Zeitraum, der verfliessen muss, damit sich der Inhalt des Statoblasten zu einem jungen Thiere entwickeln könne, darüber habe ich keine Beobachtungen zu sammeln vermocht. Die schliessliche Oeffnung des Statoblasten erfolgt durch eine Trennung der oberen und unteren Hälften in der Ebene des scharfen Randes des Discus und der Grenze der beiden Zelllagen, also ohne dass auch nur eine einzige Zelle des Schwimmringes hierdurch verletzt würde.

Allman erwähnt, dass er bei Alcyonella Benedeni und Plumatella emarginata noch eine zweite Art von Statoblasten gefunden habe, welche grösser seien als die gewöhnlichen, und nur schwache Spuren eines Schwimmringes zeigten; dieselben wären stets an der Leibeswandung angeheftet gewesen, und blieben beim Absterben des Stockes durch die Reste der Ectocyste mit der Unterlage, auf der das Thier befestigt gewesen, verbunden. Eine solche zweite Art von Statoblasten habe ich auch bei Alcyonella fungosa gefunden (Taf. XII. Fig. 22 c). Allerdings habe ich dieselben nicht in der Leibeshöhle der Thiere beobachtet, sondern nur bemerkt, dass an den Stellen, wo Alcyonellen lebten, nach dem Absterben der Thiere im Herbst derartige Statoblasten zurückblieben, und dass im Frühjahr darauf die aus diesen Statoblasten ausschlüpfenden Alcyonellen an derselben Stelle neue Thierstöcke erzeugten. Ueber die Entstehung dieser zweiten Art von Statoblasten habe ich keine Beobachtungen zu sammeln vermocht.

Diese Statoblasten bestanden bei Alcyonella einfach aus einem Discus, der aber bedeutend grösser war als der Discus eines gewöhnlichen Statoblasten, und einem rings um den scharfen Rand desselben laufenden kleinen Bord. An der Unter-

lage ist ein solcher Statoblast befestigt durch eine dünne Lamelle von Chitinsubstanz, die sich von dem scharfen Rande des Discus rings herum nach der Grundlage zieht, so gleichsam eine kurze Röhre bildend, deren oberen Verschluss der Statoblast darstellt. Dies Verhältniss wird durch einen Blick auf den Querschnitt eines derartigen Statoblasten, der Taf. XII. Fig. 22d abgebildet worden, am schnellsten klar werden. Die freie Fläche des Statoblasten zeigt eine aus dicht aneinander gedrängten Warzen bestehende Sculptur. Der gezeichnete Querschnitt ist nicht von einem Statoblasten von Alcyonella fungosa gemacht; der zu seiner Anfertigung verwendete Statoblast wurde an einem im Wasser liegenden Zweige gefunden, und es waren keine Anzeichen vorhanden, die auf die Species schliessen liessen; derselbe zeichnete sich aber dadurch aus, dass die obere warzige Schicht seiner freien Fläche sich ungemein leicht von der darunter liegenden Schicht löste. Die Oeffnung dieser Statoblasten erfolgt ebenfalls in der Ebene des scharfen Randes des Discus.

Allman deutet diese Statoblasten als „eigenthümlich encystirte Knospen, die bestimmt sind eine Zeit lang in einem Ruhezustande zu verharren.“ Als Beweise dafür, dass ihre frühere Deutung als Eier nicht aufrecht erhalten werden kann, führt er an: Das stete Fehlen eines Keimbläschens oder Keimfleckes auch in den frühesten Stadien, das Nichteintreten des Furchungsprocesses, und das Vorhandensein von wirklichen Eiern zu gewissen Zeiten an der Leibeswand. Auch mich haben meine Beobachtungen zu der Ansicht geführt, dass die Statoblasten eigenthümlich modificirte Knospen sind, und ich glaube, dass die soeben beschriebene Bildungsart der Chitinhüllen, die von der Art und Weise, wie sich Eihüllen bilden, gänzlich abweicht, als ein weiterer Beweis für die Richtigkeit der Allman'schen Ansicht angesehen werden kann.

Bei Berücksichtigung der eben geschilderten Entwickelungsgeschichte erkennt man leicht, dass die Aehnlichkeit, die man zwischen den Statoblasten und den Wintereiern der Räderthiere, nebst den Ephippialeiern der Daphnien zu finden gemeint hat, lediglich darauf beruht, dass diese drei Gebilde

sämmtlich zur Erhaltung der Species unter ungünstigen Umständen dienen.

Der von Carter[1]) versuchte Vergleich der Statoblasten mit den Gemmulae der Spongillen ist insofern berechtigter, als der Inhalt beider Gebilde aus einem Zellaggregate besteht; dass aber der von Carter gemachte Versuch, hieraus auf eine Verwandtschaft zwischen Bryozoen und Spongillen zu schliessen, gänzlich zurückgewiesen werden muss, bedarf wohl keiner längeren Auseinandersetzung.

Die Resultate der zuletzt mitgetheilten Beobachtungen können wir kurz zusammenfassen in den folgenden Sätzen:

1) Die Statoblasten entstehen am Funiculus als Knospen, unterhalb seiner Epithellage.
2) Sie differenciren sich früh in zwei Hälften, von denen die eine, die cystogene, die andere, die Bildungsmasse, theilweise umwächst.
3) Die Chitinhülle der fertigen Statoblasten entsteht innerhalb der cystogenen Hälfte als Absonderung der äusseren Zelllage der letzteren, und ist anfänglich eine einseitig der Bildungsmasse auflagernde Platte, die erst nach und nach die letztere umwächst.
4) Die Zellen des Schwimmringes sind keine wirklichen Zellen, sondern nur zellenähnliche Absonderungen von Zellen.

Hervorzuheben dürfte noch sein, dass man bis jetzt eine Chitinabsonderung nur an den freien Oberflächen zusammenhängender Zelllagen, oder an den freien Flächen einzelner Zellen gekannt hat, während hier ein Fall vorliegt, in welchem Chitin einmal an der Contactfläche zweier Zelllagen, zum anderen in den Intercellularräumen von Zellcomplexen abgesondert wird.

---

1) Ann. and Magaz. of nat. history Vol. III. 1859.

In dem „Homologies“ überschriebenen Abschnitte seiner Monographie bespricht Allman die Verwandtschaftsverhältnisse der Bryozoen zu den übrigen Thierformen auf das Ausführlichste, und er kommt schliesslich zu dem Resultate, die Bryozoen seien am nächsten mit den Tunicaten verwandt, eine Ansicht, die auch allgemein angenommen ist. Hierzu möchte ich mir zu bemerken erlauben, dass die von Allman ausgeführte Parallelisirung der Organe der Tunicaten und der Bryozoen doch einige angreifbare Punkte darbietet. Sein Vergleich der Ectocyste der Bryozoen mit dem Mantel der Tunicaten ist wohl kaum stichhaltig, denn jene ist eine erstarrte Absonderung der Zellschicht der Haut, während dieser ein aus Zellen und Intercellularsubstanz bestehendes Gewebe ist[1]).

Ferner besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen den Tunicaten und Bryozoen in der Art und Weise, wie die Muskeln in der Leibeswand beider vertheilt sind. Während nämlich bei den letzteren eine äussere Querfaserschicht und eine innere Längsfaserschicht vorhanden sind, kennt man eine derartige Anordnung bei den Tunicaten im Allgemeinen nicht, wenn auch allerdings die Untersuchungen noch nicht weit genug vorgeschritten sind, um das Uebereinstimmende in der Anordnung der Muskulatur bei den verschiedenen Abtheilungen der Tunicaten erkennen zu lassen.

Erklärung der Tafeln.

NB. Sämmtliche Figuren sind mit Hülfe einer Oberhäuserschen Camera lucida gezeichnet.

Taf. XI.

Fig. 1—8. Die Leibeswand. *a* polygonale Zellen, *b* rundliche Zellen, *c* Quermuskeln, *d* Längsmuskeln, *e* inneres Epithel, *p* hintere Parietovaginalmuskeln.

---

1) conf. „Ueber die Structur des Tunicatenmantels und sein Verhalten im polarisirten Licht, v. F. Eilhard Schulze. Zeitschrift f. wissensch. Zoologie. Vol. XII, 1863.

Fig. 1. Tentakelscheide mit einem Stück der Duplicatur und 2 Parietovaginalmuskeln, auf der Duplicatur ist der Zellbelag weggelassen. Vergr. 200.

Fig. 2. Ein Stück des hinteren Theiles der Endocyste. Vergr. 200.

Fig. 3. Längsmuskelschicht mit 2 hinteren Parietovaginalmuskeln. Vergr. 200.

Fig. 4. Quermuskelschicht nebst einigen Längsmuskeln. Vergr 570.

Fig. 5. Ein Stück des vorderen Theiles der Endocyste. Vergr. 570.

Fig. 6. Querschnitt desselben. Vergr 570.

Fig. 7. Hintere Parietovaginalmuskeln. Vergr. 570.

Fig. 8. Pilzförmige Zelle aus dem Zellbelag der Endocyste. Vergr. 570.

Fig 9. Ein ausgewachsenes Thier von Alcyonella fungosa, zurückgezogen. Vergr. circa 40. *a* Endocyste, *b* Ectocyste, *c* Duplicatur, *d* vordere Parietovaginalmuskeln, *e* hintere Parietovaginalmuskeln, *f* Tentakelscheide, *g* Tentakelkrone, *h* Oesophagus. *i* Cardialtheil des Magens, *k* Pylortheil des Magens, *l* Rectum (durch eine punktirte Linie angegeben), *m* Funiculus, *n* grosse Bewegungsmuskeln des Polypids.

Taf. XII.

Fig. 10—17. Der Darmtractus. *a* äussere Epithelschicht, *b* tunica muscularis.

Fig. 10. Querschnitt des Oesophagus *c* wabenartiger Theil des inneren Zellbelags, *d* eigentliche Zellen, *e* innerstes Epithel. Vergr. 570.

Fig. 11. Ein Schnitt durch den Oesophagus parallel seiner Längsachse. Vergr. 570.

Fig. 12. Querschnitt durch den Magen, *c* innere Zellschicht des Magens (Lophopus crystallinus). Vergr. 570.

Fig 13. Die Zellschicht des Magens von der äusseren Fläche dargestellt. Vergr. 570.

Fig. 14. Die Zellschicht des Rectum von der inneren Fläche dargestellt. Vergr. 570.

Fig. 15. Einige Muskelfasern aus dem Oesophagus mit der eigenthümlichen Querstreifung. Vergr. 570.

Fig. 16. Ein Stück der tunica muscularis des mittleren Theiles des Magens. Vergr. 200.

Fig. 17. Optischer Querschnitt der Epithelschicht und der tunica muscularis des blinden Endes des Magens. Vergr. 570.

Fig. 18-21. Die Muskulatur.

Fig. 18. Ein vorderer Parietovaginalmuskel. Vergr. 570.

Fig. 19. 2 grosse Bewegungsmuskeln eines ganz jungen Thieres. Die Kerne sind deutlich. Vergr. 570.

Fig. 20. Ein Stück eines grossen, stark kontrahirten Bewegungsmuskels. Das Sarcolemma ist deutlich. Vergr. 570.

Fig. 21. Ansetzstellen einiger grossen Bewegungsmuskeln am hinteren Theile des Magens. Vergr. 570.

Fig. 22. Statoblasten. Vergr. 40. *a* gewöhnlicher Statoblast von Alcyonella fungosa, *b* sein Discus, herausgelöst, *c* grosser Statoblast ohne Schwimmring von Alcyonella fungosa, *d* Querschnitt eines derartigen Statoblasten von Plumatella sp. ?

Taf. XIII.

Fig. 23. Die Tentakelkrone von oben gesehen. Die Tentakeln sind unweit der Basis abgeschnitten und die Zellschicht entfernt, um das Nervensystem zu zeigen. *e* Epistom, *g* Ganglion, *h* Hörner desselben, *n* peripherische Nerven, *n'* die Ausbreitung derselben auf der Intertentakularmembran *a*. Vergr. 200.

Fig. 24 – 30. Die Tentakeln und das Epistom nach gehärteten Exemplaren dargestellt. *a* homogene Membran, *b* äusserer Zellbelag, *c* innerer Zellbelag, *d* Epithelwülste der Höhlung der Tentakeln, *e* Tentakelmuskeln, *f* innerstes Epithel des Oesophagus, *g* die viereckigen Zellen auf den Seitenflächen der Tentakeln, *h* Höhlung des Lophophor, *i* Brücke, die den Lophophor gegen die Leibeshöhle schliesst, *k* Tentakelscheide, *l* Zellbelag des Oesophagus, *m* Querschnitt des Ganglion, *n* Querschnitt eines Hornes des Ganglion.

Fig. 24. Querschnitt durch den Besaltheil der Tentakeln. Vergr. 570.

Fig. 25. dito, aber ein wenig höher hinauf. Vergr. 570.

Fig. 26. Querschnitt eines Tentakels. Vergr 570.

Fig. 27. Längsschnitt durch Oesophagus und Tentakelkrone an der Hämalseite. Vergr. 200.

Fig. 28. Epistom, Ganglion und Oesophagus auf dem Längsschnitt. Vergr. 200.

Fig. 29. Querschnitt eines Armes des Lophophor. Vergr. 200.

Fig. 30. Stück eines Tentakels von dem äusseren Zellbelage befreit, um den Saum der Intertentakularmembran zu zeigen (x). Vergr. 570.

Fig. 31. Tentakel eines jungen Thieres, nach dem Leben gezeichnet, von der Seite gesehen, um die Bewimperung der Innenfläche *a*, die Borsten derselben *b*, und die Borsten der Aussenseite *c* zu zeigen. Die seitliche Bewimperung des Tentakels ist bei der Seitenansicht nicht wahrnehmbar. Vergr. 570.

Taf. XIV.

Fig. 32—45. Entwickelungsgeschichte der Statoblasten. Fig. 32—42. Vergr. 200. Fig. 43 - 45. Vergr. 570.

Fig. 32. Funiculus mit dem Keimstock, von dem sich die jungen Statoblasten abschnüren. *e* Epithel, *a* ganz junge Statoblasten, *b* ältere, die sich bereits in 2 Hälften differenzirt haben.

Fig. 33. ein junger Statoblast, in dem sich in der cystogenen Hälfte bereits die Höhle gebildet hat.

Fig. 34–42. Querschnitte durch Statoblasten in der Richtung ihres grössesten Durchmessers. *z* cystogene Hälfte, *z'* deren äussere Zelllage, *z''* deren innere Zelllage, *bm* Bildungsmasse, *ch* Chitinmembran, *r* der Schwimmring, *e* Epithel.

Fig. 43. Querschnitt durch ein Stück des Schwimmringes und der äusseren Zelllage, um zu zeigen, wie die Zellen des Schwimmringes sich schliessen. Die Buchstaben wie bei den vorhergehenden Figuren.

Fig. 44. Ein Stück der Oberfläche des Discus.

Fig. 45. Ein Stück der äusseren Zelllage nebst dem Epithel.

Der Einfluss der künstlichen Respiration auf die nach Vergiftung mit Brucin, Nicotin, Picrotoxin, Thebaïn und Coffeïn eintretenden Krämpfe.

Von

Dr. P. Uspensky
aus Petersburg.

Dr. Richter beobachtete schon bei Untersuchung des Einflusses des Pfeilgiftes nach Strychninvergiftung, dass nach einer nicht zu grossen Dosis von Strychnin das Thier am Leben erhalten bleiben kann, wenn man nur dafür sorgt, für einige Zeit bei demselben künstliche Respiration zu unterhalten. Dr. Leube suchte unter Leitung von Prof. Rosenthal die Menge Strychnin näher zu bestimmen, die zur tödtlichen Vergiftung nöthig ist; er fand, dass bei Einführung des Giftes durch die Mundhöhle 1 Milligr. Strychnin auf 500 Grm. Körpergewicht bei Kaninchen ausreicht, um tödtliche Krämpfe zu erzeugen. Er beobachtete zugleich, dass bei Unterhaltung der künstlichen Respiration das Thier bedeutend grössere Mengen Gift aufnehmen kann, ohne irgend welche Krampferscheinungen zu zeigen, so lange nur die künstliche Respiration fortgesetzt wird, dass nach Aufhören der künstlichen Respiration die Krämpfe aber wieder zum Vorschein kommen.

Daraus erhellt, wie Prof. Rosenthal in seiner Mittheilung an die Pariser Academie hervorhebt, dass Strychnin im Blute wohl circuliren kann, ohne die gewöhnlichen giftigen Erscheinungen zu erzeugen.

Es entsteht daher die Frage, ob nun die künstliche Respiration in derselben Weise hemmend auf die Wirkung anderer Krämpfe erzeugender Gifte wirkt, wie dies bei Strychnin der Fall ist. Zur Entscheidung dieser Frage habe ich auf Veranlassung des Prof. Rosenthal im physiologischen Laboratorium des Herrn Prof. du Bois-Reymond es unternommen, den Einfluss der künstlichen Respiration auf die Krämpfe bei Vergiftungen mit Brucin, Nicotin, Picrotoxin, Thebaïn und Coffeïn zu prüfen.

Wir leiteten diese Untersuchungen in der Weise ein, dass wir vor allem die Minimal-Dosis zur Hervorbringung von Krämpfen zu bestimmen suchten, und dann wieder die Minimal-Dosis, die zur tödtlichen Wirkung ausreicht.

Es stellte sich nun dabei heraus, dass die Dosenunterschiede für diese beiden genannten Wirkungen sehr unbedeutend sind; ausserdem sind diese Unterschiede bei jungen Thieren bedeutend kleiner, als bei erwachsenen.

Nach dieser Constatirung schritten wir zur eigentlichen Untersuchung des Einflusses der künstlichen Respiration auf das Eintreten und die Dauer der Krämpfe bei den eben genannten Stoffen. Wir machten vor allem am Thiere die Tracheotomie, führten darauf unter die Haut die Lösung des Giftes ein und leiteten dann die künstliche Respiration ein, bald unmittelbar nach der Vergiftung, bald aber, nachdem wir erst das Eintreten der Krämpfe abgewartet hatten.

Wir fingen unsere Untersuchungen mit Brucin an, das nach den Angaben von Geiger in seiner Wirkung dem Strychnin ganz analog ist, ausser dass die Intensität der Wirkung selbst beim ersteren der des letzteren nachsteht, so dass nach den Untersuchungen von Andral zur Erreichung einer und derselben Wirkung die Dosis des Brucins 24 Mal grösser sein muss, als die des Strychnins, nach Magendie aber nur 12 Mal so gross.

Das Brucin lösten wir in destillirtem kaltem Wasser bei Zusatz einiger Tropfen Essigsäure. Die Einführung des Giftes geschah immer am Rücken zwischen den Rippen und dem Becken. Schon 6—8 Minuten nach Einführung des Giftes sahen

wir die ersten Zeichen der Vergiftung sich einstellen: erhöhte Reflexbewegung auf leise Berührung, sogar auch auf Geräusch; der Tetanus stellte sich nach 10—12 Minuten nach Einführung des Giftes ein. Ist die Menge des eingeführten Brucins 3 Milligramm auf 500 Gramm Gewicht des Thieres, so erholt sich oft das Thier nach bereits eingetretenen tonischen Convulsionen. Erreicht die Menge des Giftes bis 4 Milligrm. auf 500 Grm. Gewicht des Thieres, so stirbt gewöhnlich das Thier in 15 bis 18 Minuten nach der Einführung des Giftes.

Leiteten wir nun nach dem Eintreten des Tetanus die künstliche Respiration ein, so hörten die Convulsionen vollständig auf und kehrten nicht wieder, so lange wir nur die künstliche Respiration fortgesetzt hatten. Nach Einstellung der künstlichen Respiration traten wieder die Convulsionen ein Leitet man aber die künstliche Respiration sogleich nach Einführung des Giftes ein, so sieht man nach 4 Milligrm. des Brucins auf 500 Grm. Gewicht des Thieres gar keine Convulsionen eintreten und das Thier bleibt die ganze Zeit vollständig ruhig; nur muss in solchem Falle die künstliche Respiration 1½ bis 2 Stunden fortgesetzt werden.

Bei einer Dosis von 6 Milligrm. des Brucins auf 500 Grm. Thiergewicht treten die Krämpfe trotz der künstlichen Respiration ein, nur sind diese Krämpfe viel weniger intensiv und pflegen viel später nach der Einführung des Giftes sich einzustellen, als dies ohne künstliche Respiration der Fall ist. Das Thier erholt sich dann auch bei dieser Dosis wieder.

Ist die Dosis des Brucins noch grösser, als 7 Milligrm. auf 500 Grm. Thiergewicht, so ist dann die künstliche Respiration nicht im Stande, das Thier zu retten.

Wir stellten unsere Versuche an Kaninchen an, versuchten dann auch diese Erscheinung an Hühnern zu verfolgen, die nach den Angaben von Dr. Leube und Prof. Rosenthal sehr unempfindlich für das Strychnin sind. Bei Brucin aber konnten wir dieselbe Erscheinung beobachten, wie die eben an Kaninchen beschriebene.

Diese Versuche beweisen also auf's Bestimmteste, dass die künstliche Respiration denselben Einfluss auf das Eintreten der

Krämpfe wie auf die Dauer derselben beim Brucin hat, der schon früher beim Strychnin dargethan worden ist.

Wir gingen darauf zur Untersuchung des Einflusses der künstlichen Respiration auf die Krämpfe bei Nicotinvergiftung über. Nach Untersuchungen von Kölliker erregt nämlich das Nicotin das Rückenmark und erzeugt Tetanus, freilich nur auf kurze Zeit und ohne Steigerung der Reflexerregbarkeit. Dasselbe ist auch von Prof. Rosenthal (Centralbl. 1863. No. 43.) bestätigt worden. Wir stellten daher dieselben Versuche mit künstlicher Respiration bei Nicotinvergiftung an, wie bei Brucin. Unsere Versuche aber zeigten uns deutlich, dass die künstliche Respiration hier nach Nicotinvergiftung gar keinen Einfluss auf die Entwickelung der Krämpfe ausübt.

Ganz dieselben negativen Resultate erhielten wir bei unseren Versuchen mit künstlicher Respiration nach Vergiftungen mit Picrotoxin, das nach Angaben von Dr. Subotin Krampf erzeugend wirkt. Wir müssen noch dabei bemerken, dass Picrotoxin keine Steigerung der Reflexerregbarkeit hervorruft — Berührung der Haut bringt keine Reflexe hervor.

Nach Untersuchungen von W. Baxt hat das Thebaïn dieselbe Krampf erzeugende Wirkung, wie Strychnin, indem es zugleich ebenso wie das letztere die Reflexerregbarkeit bedeutend steigert. Wir sahen uns daher veranlasst, den Einfluss der künstlichen Respiration auf die Entwickelung der Krämpfe auch bei diesem Gifte zu prüfen.

Das Thebaïn lösten wir in destillirtem Wasser bei Zusatz einiger Tropfen Salzsäure. Die Einführung des Giftes geschah immer am Rücken zwischen Rippen und Becken. Schon nach 7—9 Minuten nach Einführung des Giftes sahen wir die ersten Zeichen der Vergiftung sich einstellen: — erhöhte Reflexbewegung auf leise Berührung; der Tetanus stellte sich 12 bis 14 Minuten nach Einführung des Giftes ein. Ist die Menge des eingeführten Thebaïns 6 Milligrm. auf 500 Grm. Gewicht des Thieres, so erholt sich oft das Thier nach bereits eingetretenen tonischen Krämpfen. Erreicht die Menge des Giftes bis 7 Milligrm. auf 500 Grm. Gewicht des Thieres, so stirbt

gewöhnlich das Thier in 16—20 Minuten nach Einführung des Giftes.

Leiteten wir nun nach dem Eintreten des Tetanus die künstliche Respiration ein, so hörten die Krämpfe vollständig auf und kehrten nicht wieder, so lange wir nur die künstliche Respiration fortsetzten. Nach Einstellung derselben traten wieder Krämpfe ein.

Leitet man aber die künstliche Respiration sogleich nach Einführung des Giftes ein, so sieht man nach 6 bis 8 Milligrm. des Thebaïns auf 500 Grm. Gewicht des Thieres gar keine Krämpfe eintreten und das Thier bleibt die ganze Zeit vollständig ruhig; nur muss in solchem Falle die künstliche Respiration 1—2 Stunden fortgesetzt werden.

Bei noch grösseren Dosen treten die Krämpfe trotz der künstlichen Respiration ein, nur sind die Krämpfe viel weniger intensiv und pflegen viel später nach der Einführung des Giftes sich einzustellen, als dies ohne künstliche Respiration der Fall ist.

Alle diese Versuche mit Thebaïnvergiftung wurden an Kaninchen angestellt. Wir sehen also, dass die künstliche Respiration nach Thebaïnvergiftung ganz dieselbe hemmende Wirkung auf die Entwickelung und die Dauer der Krämpfe äussert, wie wir es schon früher bei Strychnin und Brucin gesehen haben. Nur muss die Dosis des Thebaïns 2 Mal so gross sein, wie die des Brucins, um dieselben Krämpfe zu erzeugen.

In ähnlicher hemmender Weise wirkt die künstliche Respiration bei Vergiftung mit Coffeïn, welches nach Untersuchungen von Stuhlmann und Jalck ebenso Reflexkrämpfe hervorruft. Allerdings muss die Quantität des Coffeïns noch viel grösser, als die des Thebaïns sein, so dass zur Hervorrufung tetanischer Krämpfe bei einem Kaninchen von 1200 Grm. Gewicht des Thieres nicht weniger als 12 Ctgrm. Coffeïn in die Bauchhöhle eingespritzt erforderlich sind.

Welchen Einfluss die künstliche Respiration auf die Wirkung anderer krampferzeugender Gifte hat, haben wir nicht weiter untersucht. Die bereits von uns angeführten Versuche zeigen aber schon, dass die künstliche Respiration hemmend

nur auf die Wirkung einiger Gifte wirkt, auf andere aber ohne Einfluss bleibt. Es fragt sich daher, wodurch dieser Unterschied bedingt sein kann. Dr. Richter behauptet in seiner bereits angeführten Arbeit, dass die Durchleitung eines ozonisirten Luftstromes durch eine Lösung des Pfeilgiftes die Beschaffenheit dieser Lösung wesentlich alterirt und das Gift ganz unwirksam auf den thierischen Organismus macht; die dunkelbraune Farbe der Lösung verschwindet und die Flüssigkeit wird ganz farblos. Es liesse sich daher vermuthen, dass die künstliche Respiration einige Gifte ganz zerstört, andere aber weniger oder gar nicht zerstört.

Diese Vermuthung aber stände im Widerspruche mit der Thatsache, dass die Krämpfe kurze Zeit nach dem Aufhören der künstlichen Respiration wieder von neuem eintreten. Die künstliche Respiration paralysirt also die Wirkung des noch im Blute circulirenden Giftes. Ausserdem haben wir es direct nachweisen können, dass die angeführte Vermuthung nicht zur Erklärung der von uns beobachteten Erscheinungen ausreicht.

Wir leiteten über 2 Stunden lang bei 36—40° C. einen ozonisirten Luftstrom durch eine Brucinlösung, bis die Lösung von Ozon ganz gesättigt war und von demselben nichts mehr aufnehmen konnte: die Wirkung der Brucinlösung blieb aber trotzdem unverändert dieselbe, wiewohl die Farbe der Lösung sich änderte, indem die letztere aus einer farblosen dunkelroth wurde.

Dies negative Ergebniss dieser Versuche nöthigt uns daher, die Ursache der verschiedenen Wirkung der künstlichen Respiration auf die Entwickelung der Krämpfe nach verschiedenen Giften in dem Wesen der Krämpfe selbst zu suchen, in der Art und Weise ihrer Entstehung. Unsere Versuche zeigten, dass die künstliche Respiration die Wirkung nur solcher Gifte aufzuheben im Stande ist, bei welchen die eintretenden Krämpfe einen ausgesprochenen reflectorischen Character zeigen; bei anderen Giften aber, bei denen die eintretenden Krämpfe keinen reflectorischen Character zeigen, die künstliche Respiration ganz wirkungslos bleibt.

Es entsteht nun die Frage, ob die künstliche Respiration

ihre hemmende Wirkung auf die Entwickelung der reflectorischen Krämpfe äussert durch eine dabei zu Stande kommende Paralyse der Reflexmechanismen im Rückenmark selbst, oder aber, indem diese künstliche Respiration einen Reiz auf das reflexhemmende Centrum im Gehirn ausübt und durch eine auf diese Weise gesteigerte Thätigkeit dieses hemmenden Centrums die Reflexerscheinungen in ihrer Entwickelung gehemmt bleiben?

Zur Entscheidung dieser Frage durchschnitten wir das Rückenmark bei Kaninchen bald am oberen Halstheile, bald am mittleren Brusttheile, und vergifteten darauf das Thier in der gewöhnlichen Weise bald mit Brucin, bald mit Thebaïn. Die Krämpfe stellten sich dann nach dieser Durchschneidung ganz in der gewöhnlichen Weise ein, sowohl in den über dem Schnitte gelegenen Theilen, als auch hinter demselben. Die in solchen Fällen eingeleitete künstliche Respiration äusserte dieselbe hemmende respect. unterdrückende Wirkung auf die Krämpfe ganz in derselben Weise, wie wir es ohne Durchschneidung gesehen haben.

Diese Versuche beweisen also deutlich, dass die künstliche Respiration direct auf das Rückenmark selbst ihre Wirkung ausübt, indem sie seine reflexerzeugende Function aufhebt oder erschwert. In dieser Beziehung würde die künstliche Respiration in ähnlicher Weise ihre Wirkung auf die Reflexmechanismen im Rückenmark äussern, wie auf die Respirationscentra.

Diese Versuche zeigen zugleich die Unhaltbarkeit der Ansicht Richter's, dass die tetanischen Krämpfe nach Strychninvergiftung durch die dabei statthabende Contraction der Arterien bedingt seien; damit stände im Widerspruche, dass auch nach Durchschneidung des Rückenmarks in den unterhalb des Schnittes gelegenen Theilen die Krämpfe auftreten und durch künstliche Respiration in gleicher Weise aufgehoben werden können.

Am Schlusse ergreife ich die Gelegenheit, meinen verbindlichsten Dank den Herren Professoren du Bois Reymond und Rosenthal für die mir freundlichst gewährte Unterstützung auszusprechen.

Berlin, Anfang Juli 1868.

Ueber die Präexistenz der elektrischen Gegensätze im Muskel und Nerven.

Von

HERMANN MUNK.

§. 1. Einleitung.

Durch die Untersuchung des Gaswechsels der Muskeln hat sich L. Hermann eine neue Vorstellung über die chemischen Vorgänge im Muskel gebildet[1]). Diese Vorstellung hat ihn dann weiter, seiner eigenen Aussage nach, zu ganz neuen Ergebnissen über das Wesen der physikalischen Eigenschaften des Nerven und des Muskels geführt: er hat nicht nur eine Erklärung der elektromotorischen Erscheinungen am Muskel und Nerven aufgestellt, sondern es hat sich ihm auch auf Grund dieser Erklärung eine Reihe von Folgerungen eröffnet, welche ihn in das Wesen der Nerven- und der Muskelthätigkeit einen tiefen Blick hat werfen lassen[2]). Ein Versuch mit Kuhkäse und Milch oder Milchzucker-Lösung und einige wenige Versuche am Muskel in elektromotorischer Beziehung haben für alle die grossen Fortschritte am Muskel ausgereicht; und den Erwerb vom Muskel auf den Nerven zu übertragen, ist so sehr

1) L. Hermann. Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln, ausgehend vom Gaswechsel derselben. Berlin 1867. (Ausgegeben im März 1867.)

2) L. Hermann. Weitere Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. Berlin 1867. (Ausgegeben im August 1867.)

„eine unmittelbare Nothwendigkeit“ gewesen, dass es dazu gar keines Versuches weiter bedurft hat.

Soweit Hermann's Veröffentlichung die elektromotorischen Erscheinungen am Muskel und Nerven betraf, hat E. du Bois-Reymond ihr eine Widerlegung zu Theil werden lassen, in welcher er die Unrichtigkeit der Versuche des Verf. theils in den Ergebnissen, theils in der Deutung darthat und die Unhaltbarkeit der Erklärungen des Verf. nachwies[1]). Aber diese Widerlegung hat Hermann nur zu neuen Fortschritten getrieben. In seinen jüngsten „Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. Drittes Heft.“[2]) denkt er zwar nicht im Mindesten daran, seine früheren Versuche zu stützen; dafür aber modificirt er seine Erklärung der elektromotorischen Erscheinungen bereitwilligst in der Weise, welche ihm du Bois-Reymond gelegentlich an die Hand gegeben hat, und vindicirt derselben eine ungleich grössere Berechtigung, als früher vorhanden war, dadurch, dass er jetzt die Stromlosigkeit der ruhenden Muskeln im unversehrten lebenden Körper experimentell beweist. Die Folgerungen, welche er aus seiner Erklärung für die allgemeine Muskel- und Nervenphysiologie gezogen, meint er, brauche er nicht zu wiederholen: er ist „fest überzeugt, dass man bald genug darauf zurückkommen wird, sobald erst jene Erklärung allgemein anerkannt ist.“

Eine solche Anerkennung ist nach meinem Ermessen selbst von Seiten der mit dem Gebiete nur einigermassen Vertrauten nicht im Entferntesten zu erwarten, und ich habe deshalb geglaubt und glaube auch noch jetzt, Hermann's Erklärungen, alle seine Hypothesen und die aus ihnen gezogenen Folgerungen ungestört auf sich beruhen lassen zu dürfen. Anders aber steht es mit Hermann's neuesten Versuchen, welche die Präexistenz der elektrischen Gegensätze im Muskel und Nerven widerlegen sollen. Wie die Versuche vorgetragen sind, scheinen sie wohl dazu angethan, in denjenigen, welche der Wieder-

1) Monatsberichte der Berliner Akademie. 1867. S. 597 — 650. (Ausgegeben im Januar 1868.)

2) Berlin 1868. (Ausgegeben im Juni 1868.)

holung der Versuche sich nicht unterziehen mögen, Zweifel oder wenigstens den Wunsch nach Aufklärung rege zu machen. Da es mir nun, wie ich glaube, gelungen ist, nicht nur die von Hermann begangenen Irrthümer, sondern zugleich auch einige neue Thatsachen aufzufinden, stehe ich nicht an, die Ergebnisse meiner Untersuchung hier darzulegen.

§ 2. du Bois-Reymond's Versuche und ihre Wiederholung durch Hermann.

Der aufsteigende Gesammtmuskelstrom des enthäuteten Frosches oder der enthäuteten Frosch-Gliedmassen ist nach du Bois-Reymond[1]) auch an den mit der Haut bekleideten Gliedmassen und am lebenden unversehrten Frosche sofort nachweisbar, sobald die der Constatirung im Wege stehenden Hautungleichartigkeiten des Frosches durch Bepinselung der Ableitungsstellen mit Kochsalzlösung oder durch kurzen Contact der Ableitungsstellen mit der Kochsalzlösung der ableitenden Vorrichtung beseitigt sind. Nur erscheint der Strom im Falle der behäuteten Präparate weit schwächer als im Falle der enthäuteten Präparate, weil die durch die Haut im ersteren Falle gebildete Nebenschliessung zum Multiplicatorkreise im letzteren Falle fortgefallen ist, und vornehmlich weil die Parelektronomie der Muskeln im ersteren Falle gar nicht oder doch nur langsam — in dem Masse nämlich, als die die Haut benetzende Kochsalzlösung durch Diffusion unter die Haut gelangt —, im letzteren Falle aber sofort durch den unmittelbaren Angriff der Kochsalzlösung zerstört wird. Der Strom eines behäuteten Gliedmasses wächst demgemäss allmählich, wenn man es, nach der Prüfung auf seinen Strom, auf einer Platte liegen lässt, indem alsdann die Kochsalzlösung von den Ableitungsstellen aus über die untere Fläche des Gliedmasses in seiner ganzen Länge sich verbreitet; dagegen nimmt an dem auf den Rahmen gespannten

1) Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. II. Berlin 1860. S. 9; 23—4; 173—8. Vgl. Monatsberichte u. s. w. 1867. S. 613.

unversehrten Frosche, bei welchem eine solche Verbreitung der Kochsalzlösung unmöglich ist, der Strom nicht mit der Zeit zu. Spritzt man ferner in die Lymphsäcke des unversehrten Frosches eine entwickelnde Flüssigkeit ein oder bringt man das behäutete Gliedmass auf einige Minuten ganz unter Kochsalzlösung, so findet man den Strom sofort beträchtlich gewachsen. Auch zeigt sich eine rasche und ansehnliche Verstärkung des Stromes, wenn man dem Gliedmasse nach der Prüfung auf seinen Strom die Haut ab- und bald wieder überzieht, indem es dabei nicht zu vermeiden ist, dass die Muskeln mit Kochsalzlösung benetzt werden. Anders aber ist es, wenn eine solche Benetzung sorgsam verhütet wird. „Man bereitet das Bein eines Frosches in der Art, dass man vom Oberschenkel nichts behält als Knochen und Haut. Den Knochen spannt man in den . . Schraubstock und lässt einerseits vom Knie die Haut, andererseits den Fuss und Mittelfuss in die beiden Zuleitungsgefässe hängen. . . Nach Zerstörung der Hautungleichartigkeiten findet man einen schwachen aufsteigenden Strom vor. Trennt man nun die Haut des Unterschenkels durch einen Zirkelschnitt am Kniegelenk und durch einen Längsschnitt über der Tibia, und zieht sie nach unten zu ab, doch so, dass sie nicht mit der Salzlösung des Zuleitungsgefässes für den Fuss in Berührung kommt, so entsteht, wegen der fortgefallenen Nebenschliessung durch die Haut, und des verminderten Widerstandes des Kreises an der Stelle, wohin man sie zurückgeschlagen hat, ein leichter positiver Ausschlag; wenn sich nicht, was auch eintreten kann, eine unregelmässige Wirkung von Seiten der Hautungleichartigkeiten einmischt. Dabei aber hat es sein Bewenden . . . Ebensowenig äussert das Wiederüberziehen der Haut einen Einfluss.“ [1])

Der Gang von du Bois-Reymond's Untersuchung war gewissermassen vorgezeichnet durch die Kochsalzbäusche der ableitenden Vorrichtung, welche du Bois-Reymond selber seitdem durch die Zuleitungsröhren mit Thonspitzen zu ersetzen

1) E. du Bois-Reymond. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 175 6.

gelehrt hat. In dem dritten Hefte seiner „Untersuchungen" meint nun Hermann, du Bois-Reymond's aufsteigender Gesammtmuskelstrom der behäuteten Gliedmassen wie des unversehrten Frosches könne schon zur Zeit seiner ersten Constatirung von einer Anätzung der Muskeln durch die schnell in die Tiefe diffundirende Kochsalzlösung herrühren (S. 6). Er selbst vernichtet die Hautungleichartigkeiten durch Kreosot oder Höllenstein, welche „möglichst schnell ätzen und möglichst wenig eindringen", und verbindet die geätzten Stellen durch Zuleitungsröhren mit dem Multiplicator. Zwischen Rücken und Tarsus findet er regelmässig anfangs keinen merklichen Strom; erst allmählich, oft erst nach einer halben Stunde und länger, entwickelt sich ein sehr schwacher aufsteigender Strom in Folge der Anätzung der unter der geätzten Tarsalhaut gelegenen Muskeln. Zwischen Rücken und Zehenspitze, wo an der hinteren Stelle gar keine Muskeln der Anätzung sich darbieten, findet er ganz regelmässig keinen Strom, und Stunden hindurch bleibt diese Stromlosigkeit bestehen; nur zuweilen entsteht hier allmählich ein äusserst schwacher, fast unmerklicher absteigender Strom in Folge der Anätzung der Muskeln unter der Rückenhaut. Also, schliesst H., ist zweifellos am unversehrten ruhenden Frosche vom Muskelstrom nicht die geringste Spur vorhanden (S. 7—15). Weiter wiederholt der Verf. du Bois-Reymond's Versuch mit dem Ab- und Wiederüberziehen der Haut, indem er ohne jede Hautätzung mit Hülfe der Zuleitungsröhren drei Ströme bestimmt: 1) den Strom des unversehrten Präparates, 2) den des wenige Minuten oder selbst nur Secunden entblösst gewesenen und wieder behäuteten Präparates, 3) den des enthäuteten Präparates. Er findet ad 1 einen Strom von unbestimmter Richtung und Kraft; ad 2 stets einen sehr kräftigen aufsteigenden Strom, dessen Kraft spätestens wenige Minuten nach der Entblössung ihr Maximum erreicht hat und lange Zeit auf diesem sich erhält; endlich ad 3 einen Strom, der nur sehr unbedeutend von dem Strome ad 2 verschieden und meist etwas kräftiger ist. Der Muskelstrom entwickelt sich also, schliesst H., erst in Folge der Entblössung, und bleibt dann auch nach der

Wiederbehäutung bestehen (S. 15—20). Eben dies ergiebt sich auch nach H., und zwar mit mehr Eleganz und mit „schlagender Beweiskraft", aus folgendem Versuche, von welchem H. ganz übersehen hat, dass er im Wesentlichen nichts Anderes ist als der oben zuletzt angeführte Entblössungsversuch du Bois-Reymond's. An einem mit zwei Aetzstellen versehenen Frosche, dessen Schenkel keinen oder einen schwachen auf- oder absteigenden Strom zeigt, werden ein Längsschnitt und zwei Querschnitte durch die Haut des Unterschenkels geführt, so dass die über dem Gastroknemius befindliche Haut zurückgeschlagen werden kann. „Nach der Schnittführung öffnet man den Schlüssel zum Multiplicator und sieht nun, sowie man mit zwei Pincetten den Lappen abhebt, also den Wadenmuskel entblösst, die Nadel langsam im Sinne eines kräftigen aufsteigenden Stromes ausweichen." „Die Entwicklung ist in allen Fällen sehr rasch beendigt, und nach etwa einer Minute ist in der Regel keine weitere Zunahme zu bemerken." Bringt man den Hautlappen „genau in seine normale Lage" zurück, so bleibt der Strom unverändert, kaum merklich geschwächt, dauernd bestehen. Hat sich bisher „in Folge der Entblössung des Gastrocnemius der Strom entwickelt, welcher dem Antheil des Gastrocnemius an dem aufsteigenden Gesammtstrom entblösster Schenkel entspricht," so kann man nun „weiter durch eine ähnliche Schnittführung am Oberschenkel auch den Triceps femoris blosslegen, und sofort erfolgt eine Verstärkung des aufsteigenden Stromes, wie sie dem Antheil dieses Muskels am aufsteigenden Gesammtstrom entspricht. Auch hier weicht, nach der Reposition der Haut, die Nadel kaum merklich von ihrem Stande, der nunmehr nahe oder selbst an der positiven Hemmung ist, zurück" (S. 20—3). Sofort also bei der Entblössung der Muskeln entsteht der Muskelstrom, und nur die Wirkungsweise der Entblössung bleibt noch zu bestimmen. Weder die Einwirkung des Lichtes noch die beschleunigte Wasserverdunstung sind von schädlichem Einflusse. Auch die Luft und vornehmlich ihr Sauerstoff kann nicht das schädliche Agens sein. Denn injicirt man durch eine kleine Hautwunde Sauerstoff oder Luft in den Unterschenkel-Lymphsack, so

tritt die Stromentwickelung „zuweilen ein — wenn auch viel langsamer und nie so vollständig als bei dem zuletzt angeführten Entblössungsversuch, — vorausgesetzt, dass man die Luft im Lymphsack verweilen lässt; lässt man sie sogleich wieder entweichen, so ist die Operation stets ohne Wirkung. Aber auch bei noch so langer Einwirkung der injicirten Luft bleibt häufig die Stromentwicklung vollkommen aus, tritt dann aber sogleich ein, wenn man die Haut ganz vom Gastrocnemius abhebt.“ Immerhin ist die Möglichkeit einer direct schädlichen Einwirkung des Sauerstoffs noch nicht definitiv ausgeschlossen, da noch die Entblössung in einem ganz mit reinem Wasserstoff gefüllten Raume auszuführen bleibt. „Offenbar concurriren bei der Entblössung eine grosse Anzahl uncontrollirbarer Schädlichkeiten. Am gerathensten wird es also vor der Hand sein, einen etwas unbestimmten Ausdruck zu wählen . . . und . . . die Störung der organischen Continuität als den schädlichen Einfluss zu bezeichnen.“ Es ist der Satz aufzustellen, dass „die Muskelsubstanz bei der Aufhebung des Contacts mit ihrer lebenden Umgebung, ebenso wie unter ähnlichen Bedingungen das Blut, abstirbt.“ Freilich wird, was die Analogie mit dem Blute stört, bei der Entblössung des Muskels noch nicht der eigentliche Muskelinhalt entblösst: doch sieht H. keinen directen Grund gegen die Annahme, dass zunächst die Entblössung das Perimysium und Sarkolemm „tödtet“, so dass der Muskelinhalt mit todtem Bindegewebe in Contact kommt. Freilich besteht eine fernere Schwierigkeit in dem eben angeführten Versuche mit Lufteinblasung. Aber wenn auch H. die Frage nach der Wirkungsweise der Entblössung „mit vollem Bewusstsein noch fast ungelöst“ lässt, so genügt doch für seine weiteren Zwecke „die Thatsache, dass die Entblössung wirklich einen schädlichen Effect ausübt, der nicht ohne Analogie ist“ (S. 35—42).

Um die Uebersicht zu erleichtern, habe ich die Ergebnisse von du Bois-Reymond's und Hermann's Versuchen hier zunächst überall nur so aufgeführt, wie sie an schwach parelektronomischen Fröschen gewonnen sind. Wo die Parelektronomie stärker war, hat du Bois-Reymond den Gesammtmuskelstrom, Hermann den bei der Entblössung sich entwickelnden

Strom schwächer gefunden; und bei sehr stark parelektronomischen Fröschen hatten dieselben Ströme nicht die aufsteigende, sondern die absteigende Richtung.

§ 3. Bei dem Freilegen von Muskelpartieen des Schenkels tritt in der Regel ein schwacher, selten ein stärkerer aufsteigender Zuwachsstrom auf.

Meine Untersuchung nahm ihren Ausgang von dem Zuwachsstrome, welchen du Bois-Reymond und nach ihm Hermann bei dem Freilegen von Muskelpartieen des Schenkels, ohne dass dabei ein Angriff auf die Parelektronomie der Muskeln erfolgte, in der Richtung des Gesammtmuskelstromes des Schenkels beobachtet hatten. Bei dem Freilegen der Unterschenkel-Muskulatur hatte du Bois-Reymond nur einen kleinen Zuwachsstrom gefunden, Hermann aber hatte bei dem Freilegen des Gastroknemius und ebenso bei dem Freilegen des Triceps einen grossen Zuwachsstrom auftreten sehen. Dabei war du Bois-Reymond's Ergebniss selbst für Hermann's Standpunkt durch die ableitenden Kochsalzbäusche nur noch mehr verbürgt, da, wenn während des Freilegens die Vernichtung der Parelektronomie der Fussmuskeln durch die Kochsalzlösung fortgeschritten war, der aufsteigende Zuwachsstrom dadurch gerade verstärkt hatte erscheinen müssen. Es lag also hier ein thatsächlicher Widerspruch vor, der zunächst zu lösen war.

Da Hermann die inzwischen von du Bois-Reymond vervollkommneten Ableitungsmittel benutzt hatte, ging ich an die Wiederholung von Hermann's Entblössungsversuchen, und ich führte die Versuche so genau nach Vorschrift aus, dass ich nur folgende Angaben zu machen habe. Im Kreise befand sich meine Spiegelbussole[1]), deren Empfindlichkeit durch Astasirung so weit erhöht war, dass eine 8^{mm} lange und mit Längs- und Querschnitt den Zuleitungsröhren aufliegende Strecke eines fri-

1) Vgl. meine „Untersuchungen über das Wesen der Nerven-Erregung." Bd. I. Leipzig 1868. S. 29.

schen mitteldicken Nerven c. 200^{sc} Ablenkung gab. Die Frösche vergiftete ich grösstentheils mit Curare, welches ich nach einem kleinen Einschnitte anfangs unter die Brust-, später immer unter die Kehlhaut schob, und brachte sie dann zur Untersuchung auf eine Glasplatte ohngefähr in der Lage, welche Fig. 1 (S. 544) zeigt. Den kleineren Theil der Frösche spannte ich unvergiftet auf den Rahmen des du Bois'schen Froschträgers[1]), jedoch so, dass nur der linke Fuss zwischen die beiden Vorsprünge an der hinteren Seite des Rahmens, der rechte Fuss aber mehr seitlich auf den Rahmen zu liegen kam; und ich sicherte, ausser durch die vorhandenen Schlingen, noch durch eine Anzahl Hülfsbänder die gegebene Lage des Thieres. Zur Hautätzung diente Arg. nitr. fus. Die hintere[2]) Ableitungsstelle gaben immer die zwei letzten Phalangen der vierten Zehe ab, und es war bei den auf den Rahmen gespannten Fröschen die Verbindung der Thonspitze mit den Phalangen dadurch fixirt, dass der Metatarsus und die Zehen des betreffenden Fusses auf eine passend neben dem Rahmen aufgestellte Glasplatte gelegt waren. Als vordere Ableitungsstelle, die „irgendwo am Rücken" sein sollte, wählte ich entweder die Schulterblatt-Gegend oder die Stelle zwischen Hüft- und Steissbein gerade etwa in der Hälfte der Höhe zwischen dem After und dem vorderen Ende des Steissbeins; diese beiden Stellen sind in der Folge als „Nacken" und „Steiss" bezeichnet. Ueberall, wo nicht Besonderes angemerkt ist, blieben die Zuleitungsröhren während des ganzen Versuches unverrückt an ihrer Stelle.

Der Strom, welcher von vornherein im Kreise sich zeigte, wird der Gegenstand späterer Erörterungen sein: vor der Hand interessirt uns nur, was bei dem Freilegen der Muskeln sich begab. Selten bei dem Freilegen des Gastroknemius, ziemlich häufig bei dem Freilegen des Triceps blieb der Strom durchaus unverändert. In der Regel bei dem Freilegen des Gastroknemius und wiederum ziemlich häufig bei dem Freilegen des Tri-

1) E. du Bois-Reymond. Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 453 ff. Fig. 22. Taf. IV; Fig. 23, 24. Taf. III.

2) Bei allen solchen Angaben ist hier der Frosch in der Bauchlage angenommen.

ceps trat ein schwacher aufsteigender Zuwachsstrom auf, welcher den Spiegel meist noch nicht um 20—30^{sc} und sonst etwa bis um 60^{sc} ablenkte. Endlich zeigte sich manchmal bei dem Freilegen des Gastroknemius ein stärkerer aufsteigender Zuwachsstrom, der c. 100^{sc} oder noch viel mehr Ablenkung gab, und einmal wurde auch bei dem Freilegen des Triceps eine entsprechende Ablenkung von c. 100^{sc} beobachtet. Wo der Zuwachsstrom auftrat, hatte er in 1—4 Minuten nach dem Umklappen der Haut sein Maximum erreicht. Die Reposition (das Wiederüberlegen) der Haut war oft ohne allen Einfluss; nur hin und wieder bei der Gastroknemius-Haut und sehr selten bei der Triceps-Haut veränderte der Spiegel um wenige Scalentheile seine Stellung und zwar so, dass er etwa ebenso häufig einen aufsteigenden als einen absteigenden Zuwachsstrom anzeigte.

Ich hatte zu diesen Untersuchungen bunt durch einander Frösche von möglichst verschiedener Aufenthaltszeit in meinen Töpfen verwandt: frisch im Juni eingefangene Frösche, ferner solche Frösche, welche schon im März oder April oder Mai eingefangen waren, endlich überwinterte (im October v. J. eingebrachte) Frösche. Die Parelektronomie ihrer Muskeln war nur schwach ausgebildet: ihre Gastroknemien gaben zwischen Haupt- und Achillessehne einen mehr oder weniger starken aufsteigenden Strom. Die Stärke dieses Stromes stand aber in keiner constanten Beziehung zur Stärke des Zuwachsstromes, welcher bei dem Freilegen des Gastroknemius beobachtet war: oft war der erstere Strom stark, wo der letztere nur schwach war, und umgekehrt.

Um mich noch du Bois-Reymond's Entblössungsversuche, bei welchem die ganze Unterschenkel-Muskulatur freigelegt war, möglichst zu nähern, modificirte ich die Versuche sogleich weiter in der Weise, dass ich tief unten an der äusseren Fläche des Unterschenkels den Längsschnitt durch die Haut führte und die Haut wiederum bis zum unteren Ende der inneren Fläche des Unterschenkels zurückklappte. Auch hier, wo fast die ganze Unterschenkel-Muskulatur freigelegt war, kehrten die obigen Ergebnisse wieder. Es war also offen-

bar der regelmässige Erfolg des Entblössungsversuches richtig von du Bois-Reymond erkannt worden, und Hermann's Angabe war nur als das ausnahmsweise Ergebniss desselben Versuches anzuerkennen.

§ 4. Der Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln ist nicht die Folge der Entblössung der Muskeln.

Hinsichts der Ursache des Zuwachsstromes bei dem Freilegen der Muskeln war nunmehr ein negatives Resultat bereits gesichert: der Wegfall der Nebenschliessung durch die Haut konnte jene Ursache nicht sein. Denn bei dem schlechten Leitungsvermögen der Haut[1]) waren unter solcher Annahme die grösseren Zuwachsströme, welche bei dem Freilegen zur Beobachtung gekommen waren, gar nicht denkbar; ganz besonders aber hätte in Folge der Schnitte durch die Haut die von dieser gebildete Nebenschliessung nach der Reposition wohl etwas verschlechtert, keineswegs jedoch völlig aufgehoben sein können. Dies also war Hermann zuzugeben, und ebenso, dass in einer Berührung der Sehnenspiegel mit Hautsecret oder mit Blut[2]) die Ursache des Zuwachsstromes nicht gelegen sein konnte. Aber wenn nun Hermann weiter ging: „Der einzige Einfluss also, welchem wir die Entwicklung des Muskelstromes in unserem Versuche zuschreiben können, ist die Entblössung der Muskeln", so war ihm aus einem Grunde, auf welchen ich bald zurückkomme, nicht mehr zu folgen; es war vielmehr unumgänglich, unmittelbar zu prüfen, ob wirklich die Entblössung der Muskeln, d. h. die Zulassung atmosphärischer Luft zur Muskeloberfläche an die Stelle der normalen Umgebung des Muskels[3]), den Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln bedingt.

---

1) Vgl. E. du Bois-Reymond. Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 19—20.

2) Vgl. noch u. S. 557—8.

3) So scheint mir, indem die „Störung der organischen Continuität" (s. o. S. 535) aufgenommen ist, die nothwendige Definition der „Entblössung" in Hermann's Sinne gut gegeben. Man vermeidet

Von vornherein sprachen schon dagegen Hermann's Versuche mit Injection von Luft in den Unterschenkel-Lymphsack. Von diesem Eingriffe hätte man auf Hermann's Standpunkt denselben Erfolg, höchstens unwesentlich modificirt, wie von dem Freilegen der Muskeln erwarten sollen: statt dessen hatte Hermann nur zuweilen einen Zuwachsstrom gefunden, der noch dazu schwächer war; und, was besonders in's Gewicht fiel, dieser Zuwachsstrom war auch nur bei längerem Verweilen der Luft im Lymphsacke zur Beobachtung gekommen, während bei dem Freilegen der Zuwachsstrom immer sogleich eingetreten war. Nicht minder war dann die fragliche Ursache des Zuwachsstromes zurückzuweisen auf Grund der so sehr verschiedenen Grösse, in welcher der Zuwachsstrom sich uns dargestellt hatte, da mit derselben eine entsprechende Verschiedenheit des Muskelstromes des freigelegten Muskels nicht verbunden war. Selbst wenn wir die durch Nichts gestützte und einzig und allein zur Erklärung gewisser Erfahrungen, um deren Verständniss es sich gerade handelte, von Hermann gemachte Hypothese, dass die verschiedenen Muskeln verschieden indolent und zwar, je stärker die Parelektronomie, desto indolenter gegen die Entblössung sich verhalten, für einen Augenblick annehmen wollten, hätten wir den Gastroknemius bei grossem Zuwachsstrome schwach, bei sehr geringem Zuwachsstrome stark parelektronomisch finden müssen: während durchaus kein so entsprechendes Verhalten der Parelektronomie sich uns ergeben hat. Aber auch durch neue, höchst einfache und entscheidende Versuche liess sich die entsprechende Einsicht gewinnen.

Dazu war nämlich nur nöthig, die von Hermann bei dem Freilegen ausgeführte Operation in zwei Acten, statt in einem, zu vollführen. Wie schon Hermann nach den sogleich anzuführenden Worten erkannt zu haben scheint, führt ein Schnitt durch die Unterschenkelhaut — wenn nicht ausnahmsweise der Unterschenkel - Lymphsack leer ist — nicht die geringste

sodann auch alle Unklarheiten und Zweideutigkeiten, wenn man, wie wir es oben gethan haben, da, wo man die Haut zurückschlägt, nicht von der „Entblössung", sondern von dem „Freilegen" oder „Blosslegen" der Muskeln spricht.

Entblössung eines Muskels herbei, besonders wenn man sich gar nicht der Pincette bedient, sondern nur mit der feinen Scheere einen kleinen Einschnitt macht und von diesem aus allmählich weiter dringt; denn, wie während und nach der Schnittführung zu beobachten ist, verbleibt dabei die Lymphe mindestens in einer dünnen Schicht in dem Zwischenraume zwischen der Haut und den Muskeln, und der atmosphärischen Luft ist der Zutritt zu den Muskeln durchaus verwehrt. Nach Hermann sollte man nun nach der Längs- und Querschnittführung durch die Unterschenkelhaut den Schlüssel zum Multiplicator öffnen und den Lappen zurückschlagen: „man sieht nun, so wie man mit zwei Pincetten den Lappen abhebt, also den Wadenmuskel entblösst, die Nadel langsam im Sinne eines kräftigen aufsteigenden Stromes ausweichen." Genau so war auch mein Verfahren bei den Versuchen des § 3. gewesen. Jetzt aber machte ich zunächst nur einen Längsschnitt durch die Haut mehr oder weniger hoch an der äusseren Fläche des Unterschenkels parallel dem äusseren Rande des Gastroknemius und beobachtete, was sich nunmehr im Kreise begab. Erst nach einigen (4—8) Minuten machte ich alsdann die beiden Querschnitte durch die Unterschenkelhaut und legte durch Zurückschlagen des Hautlappens den Gastroknemius bloss.

Hier zeigte sich mit seltenen Ausnahmen sogleich nach der Vollführung des Längsschnittes ein mehr oder weniger starker aufsteigender Zuwachsstrom, der in 1—4 Minuten sein Maximum erreichte. Das nachfolgende Zurückschlagen der Haut liess in einzelnen Fällen den vorhandenen Strom unverändert; in allen anderen Fällen trat wieder ein aufsteigender Zuwachsstrom auf, der aber stets schwach, öfters sogar sehr schwach (kaum 10—20^{sc} betragend) war und schon in 1—2 Minuten sein Maximum erlangte. Wo nach dem Längsschnitte der Zuwachsstrom ausgeblieben war, wurde ein solcher auch nach dem Zurückschlagen der Haut entweder gar nicht oder doch nur in geringer Grösse beobachtet; sonst war der erste Zuwachsstrom fast immer wesentlich grösser als der zweite, der in vielen Fällen, wie gesagt, sogar ganz vermisst wurde oder nur sehr gering war.

Hob ich bei eben solchen Versuchen, wenn der Zuwachsstrom nach dem Längsschnitte ausgeblieben war oder sein Maximum erreicht hatte, durch zwischengeschobene Pincetten oder Scalpellstiele die Haut auf eine oder mehrere Minuten weit von der Muskulatur ab, so dass die Luft freien Zutritt zum ganzen Gastroknemius hatte, so fand ich nach dem Loslassen der Haut den Strom meist durchaus unverändert; nur manchmal hatte die Ablenkung des Spiegels um wenige Scalentheile zugenommen. Das nachfolgende Zurückschlagen der Haut hatte auch hier den vorhin angegebenen Erfolg. Führte ich ferner unmittelbar nach dem Längsschnitte die beiden Querschnitte durch die Unterschenkelhaut, so dass für den zweiten Act des Verfahrens nur das reine Zurückschlagen der Haut übrig blieb, so war nach der Vollendung der Schnitte das Nämliche zu beobachten, wie vorher nach der Ausführung des Längsschnittes allein; nach dem Zurückschlagen der Haut aber trat jetzt regelmässig gar kein oder nur ein sehr schwacher Zuwachsstrom auf.

Nach diesen Ergebnissen konnte von der Entblössung der Muskeln als Ursache des Zuwachsstromes bei dem Freilegen der Muskeln gar nicht mehr die Rede sein; vielmehr war klar, dass die Ursache in einem Vorgange zu suchen war, der schon durch die Hautschnitte herbeigeführt wurde und vollständig oder wenigstens fast vollständig ohne die Entblössung der Muskeln ablief. Selbst der nach dem schliesslichen Zurückklappen der Haut öfters auftretende schwache Zuwachsstrom für sich allein konnte nach dem, was bei voraufgegangenem Abheben der Haut sich gezeigt hatte, nicht durch die Entblössung der Muskeln bedingt sein und liess sich nur als der Rest jenes durch die Hautschnitte herbeigeführten Vorganges auffassen. Hermann's Behauptung, dass in Folge der Entblössung der Muskeln der Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln entsteht oder, wie er es nennt, der Muskelstrom dann sich entwickelt, war also thatsächlich widerlegt; und die wahre Ursache des Zuwachsstromes blieb noch zu ermitteln.

§ 5. Der Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln ist die Folge des Ausfliessens der zwischen der Haut und den Muskeln befindlichen Lymphe.

Hermann's Schluss, welchen wir im Eingange von § 4. nicht anerkennen konnten, war falsch, weil Hermann bei demselben die Lymphe zwischen Haut und Muskeln ausser Acht gelassen hatte, trotzdem dass ihm die Lymphsäcke des Frosches, in welche er wiederholt Injectionen machte, wohl bekannt waren. Liessen sich alle die Umstände, welche den Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln unter Beschädigung von deren Parelektronomie hätten bedingen können, ausschliessen, so mussten als mögliche Ursache des Zuwachsstromes in Betracht kommen nicht nur der Fortfall der Nebenschliessung durch die Haut und die Entblössung der Muskeln, sondern auch das bei dem Freilegen der Muskeln unvermeidliche Ausfliessen der zwischen der Haut und den Muskeln gelegenen Lymphe.

Die Anordnung der Lymphsäcke beim Frosche ist sehr genau von Dugès[1]) und besonders von Jos. Meyer[2]) studirt worden. Aus des Letzteren Dissertation sind die Fig. 13 u. 14 Taf. II. als unsere Fig. 1 u. 2 copirt[3]), theils um hier weitläu-

---

1) Recherches sur l'Ostéologie et la Myologie des Batraciens à leurs différens âges. Paris 1834. p. 120—2. pl. V. Fig. 40. 41.

2) Systema Amphibiorum lymphaticum disquisitionibus novis examinatum. Diss. inaugur. Berol. 1845.

3) Folgendes ist die Erklärung der Figuren nach Meyer (a. a. O. S. 35—6).

Fig. 1.

Saccos subcutaneos in latere Ranae dorsali ostendit.

1. 1. tuberositates duae ossis intermaxillaris, e quibus saccus cranio-dorsalis originem trahit coecam; 2. 2. foramina nasalia; 3. 3. os fronto-nasale; 4. 4. m. digastricus; 4'. 4'. m. deltoïdeus ac supraspinosus; 5. 5. m. latissimus dorsi; 6. 6. m. obliquus abdominis externus; 6'. 6'. m. abdomino-humeralis margo externus; 7. 7. m. glutaeus medius; 8. 8. os ilium; 9. 9. cor lymphaticum posterius; 10. 10. m. rectus anticus; 11. 11. m. vastus internus et cruralis; 12. 12. m. pyramidalis; 13. os coccygis; 14. 14. m. biceps; 15. 15. m. semiaponeuroticus (Cuv.); 16. 16. m. rectus internus; 17. 17. inscriptio m. semiaponeurotici ten-

Fig. 1.

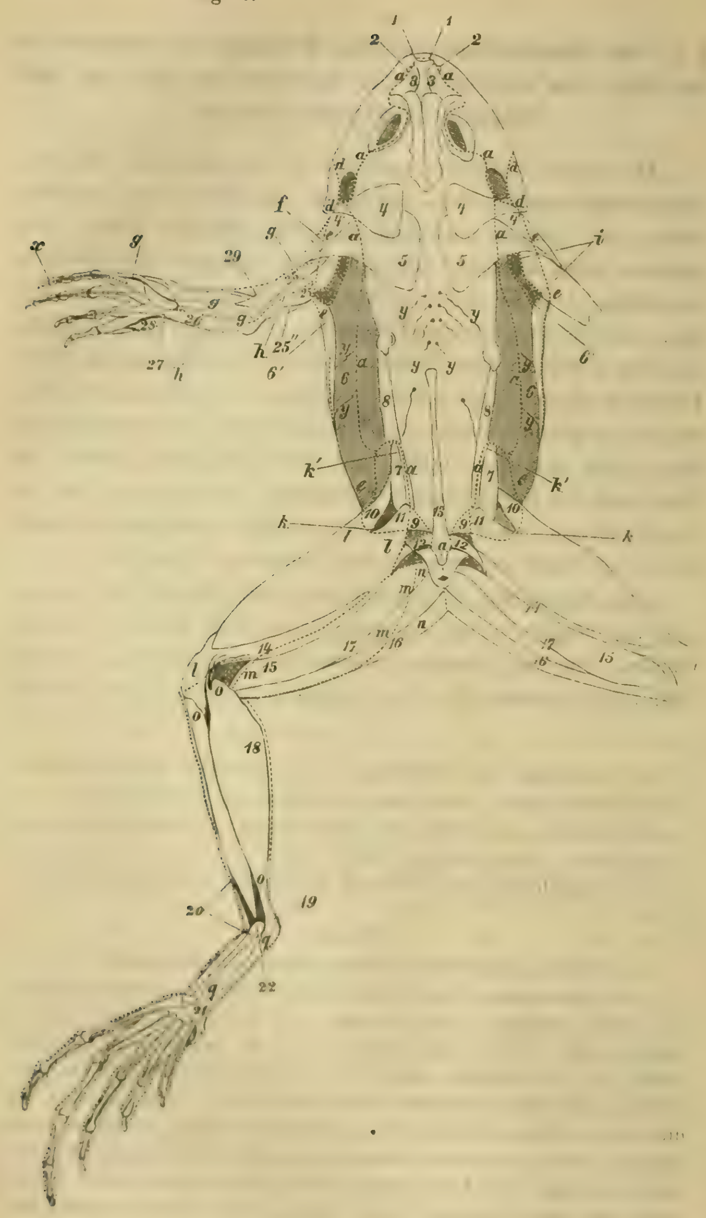
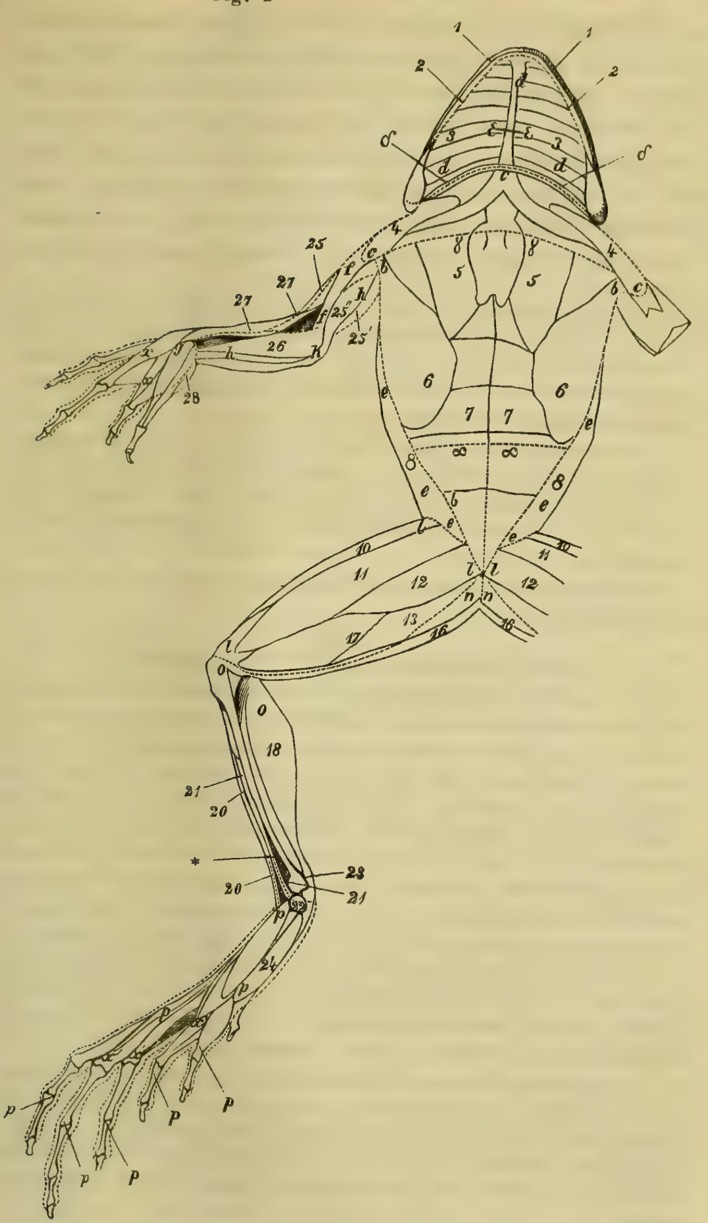

1
1
2
2
3
3
a
a
d
d
f
g
x
i
k'
k'
k
k
l
l
m
n
o
q
5
5
6
6'
7
8
10
10
11
11
12
14
15
16
17
18
19
20
21
22
25"
27
29

Fig. 2


1
1
2
2
d
ε
ε
3
3
δ
δ
d
d
c
4
4
25
c
f
b
b
c
27
27
h
f
25″
25′
26
h
k
g
28
5
5
6
6
7
7
∞
∞
e
e
8
8
e
e
b
e
e
10
10
11
11
12
12
l
l
n
n
13
17
16
16
o
o
18
21
20
*
20
23
21
24
p
p
p
p
p
p

fige Erörterungen zu ersparen, theils um die wenig bekannt gewordenen Ermittelungen zugänglicher zu machen. Die Grenzen der Lymphsäcke sind in den Figuren durch punktirte Linien angezeigt; und soweit mir nur das Nachfolgende Veranlassung gab, Meyer's Beobachtungen zu wiederholen, kann ich die Constanz der gezeichneten Grenzen bestätigen. Sehr wandelbar habe ich dagegen die Menge der in den Säcken enthaltenen Lymphe gefunden: die Säcke wurden leer und

dinea; 18. m. gemelli; 19. tendo Achillis; 20. portio una m. tibialis antici; 21. tendo aponeuroticus m. extensoris digitorum; 22. ossis calcanei caput: 25. 25'. 25''. triceps brachii; 26. flexor superficialis; 27. palmaris brevis; 28. adductor pollicis; 29. musculi tricipiti ac deltoïdeo-supraspinoso interpositi.

a. a. a. a. etc. saccus cranio-dorsalis; *d. d.* etc. s. submaxillaris portiuncula; *e. e.* etc. s. lateralis; *f.* s. humeri; *g. g. g.* s. brachialis anterior; *h. h.* s. brachialis posterior; *i.* s. axillaris; *k. k'.* s. iliacus; *l. l. l.* s. femoralis; *m. m. m.* s. suprafemoralis; *n. n.* s. interfemoralis; *o. o.* s. cruralis; *q. q.* s. plantaris.

x. extremum phalangis secundae cacumen; *y. y.* etc. nervi saccos libere transeuntes.

Fig. 2.

Saccos subcutaneos in latere ventrali designat.

1. 1. maxillae superioris margo; 2. 2. maxillae inferioris margo; 3. 3. m. mylohyoïdeus; 4. 4. m. deltoïdeo-supraspinosus; 5. 5. pars m. recti abdominis aponeurotica; 6. 6. m. abdomino-humeralis; 7. 7. m. rectus abdominis; 8. 8. m. obliquus abdominis externus; 10. m. rectus anticus; 11. m. sartorius; 12. m. adductor longus; 13. m. adductor magnus; 16. m. rectus internus; 17. inscriptio m. adductoris magni tendinea; 18. m. gemelli; 20. 21. duae m. tibialis antici portiones; 22. astragali caput; 23. tendo Achillis; 24. m. tibialis posticus; 25. 25'. 25''. m. triceps brachii; 26. m. radialis anticus; 27. 27. musculi tricipiti ac deltoïdeo-supraspinoso interpositi; 28. adductor pollicis.

b. b. b. etc. saccus abdominalis; *c. c. c.* s. thoracicus; *d. d. d.* s. submaxillaris; *e. e. e.* s. lateralis portio; *f. f.* s. humeri; *g.* s. brachialis anterior; *h. h. h.* s. brachialis posterior; *l. l. l.* s. femoralis; *n. n* s. interfemoralis; *o. o.* s. cruralis; *p. p. p.* s. dorsalis pedis.

x. x. x. plicae liberae e digitorum angulis ad cutem percurrentes; *x'. x'. x'.* eadem in pede formatio; *α. α* paries membranaceus bursam abdominalem oblique percurrens; *β.* paries alter verticalis; *γ. γ.* angulus m. recti abdominis internus; *δ. δ.* m. mylohyoïdei margo inferior; *ε. ε.* tela conjunctiva a m. mylohyoïdeo ad internam cutis superficiem expansa.

wieder strotzend voll und in allen möglichen Zwischenstufen der Füllung angetroffen. Bei einem und demselben Thiere befanden sich allerdings alle Säcke entweder auf einer höheren oder auf einer geringeren Stufe der Anfüllung; aber die Anfüllung der verschiedenen Säcke war eine verschiedene, und öfters boten die gleichnamigen Säcke der beiden hinteren Extremitäten ungleiche Inhaltsmengen dar. Der Sacc. cruralis enthielt regelmässig mehr Lymphe als der Sacc. femoralis.

Indem ich den dargelegten Fehler des Hermann'schen Schlusses sehr früh erkannt hatte, war ich vom Beginne meiner Untersuchungen an auf das Verhalten der Lymphe aufmerksam gewesen, und schon meine bisherigen Versuche hatten die Bedeutung des Lymphausflusses für den Zuwachsstrom dargethan. Zunächst nämlich hatte bei den Versuchen des § 3. die Grösse des Zuwachsstromes, welcher aufgetreten war, überall gut der Menge der Lymphe entsprochen, welche bei dem Freilegen der Muskeln ausgeflossen war, und der Zuwachsstrom hatte sein Maximum erreicht, wenn der Lymphausfluss aufgehört hatte. Wo bei dem Freilegen des Gastroknemius oder des Triceps der Zuwachsstrom vermisst worden war, hatte auch kein Ausfluss von Lymphe stattgefunden; wo im Gegentheil der Zuwachsstrom gross gewesen war, hatten strotzend volle Lymphsäcke sich entleert; endlich waren auch die mittleren Werthe des Zuwachsstromes mit entsprechenden mittleren Mengen ausgeflossener Lymphe zusammengefallen. Dabei hatten sich bei den Versuchen an vergifteten Fröschen selbst geringere Verschiedenheiten absolut kleiner Lymphmengen gut constatiren lassen durch den Grad der Anfüllung der Zwischenräume zwischen dem Schenkel, besonders seinen Gelenken, und der Glasplatte. Weiter war bei den Versuchen des § 4. der Zuwachsstrom in eben derselben Weise neben dem Ausfliessen der Lymphe einhergegangen. Nur wo sehr wenig Flüssigkeit im Lymphsacke sich befunden hatte, war es vorgekommen, dass diese Flüssigkeit gar nicht nach dem Längsschnitte, sondern erst nach dem Zurückschlagen der Haut ausgeflossen war: und hier war auch nur nach dem Zurückschlagen der Haut ein schwacher Zuwachsstrom eingetreten. Sonst war der Lymph-

ausfluss nach dem Längsschnitte fast immer beträchtlicher und oft viel beträchtlicher gewesen, als der neue Lymphausfluss nach dem Zurückschlagen der Haut: und ganz dem entsprechend hatten sich die beiden Zuwachsströme verhalten. Endlich war in allen den Fällen, in welchen der Zuwachsstrom nach dem Zurückschlagen der Haut ausgeblieben war, so vornehmlich häufig, wenn durch das Anlegen zweier Querschnitte durch die Haut unmittelbar nach dem Längsschnitte das Ausfliessen der Lymphe sehr erleichtert worden war, auch kein Lymphausfluss nach dem Zurückschlagen der Haut zu bemerken gewesen.

Es hielt aber nicht schwer, noch durch weitere Versuche die innige Beziehung des Lymphausflusses zum Zuwachsstrome zu erhärten.

Bei dem Längsschnitte allein durch die Unterschenkelhaut konnte der Ausfluss der Lymphe vollständiger erfolgen, wenn der Schnitt tief unten, als wenn er hoch oben an der äusseren Fläche des Unterschenkels geführt worden war: der Zuwachsstrom nach dem Längsschnitte überwog auch den Zuwachsstrom nach dem Zurückschlagen der Haut im ersteren Falle auffallend mehr als im letzteren Falle; und gerade bei mässiger Anfüllung der Lymphsäcke trat dieser Einfluss der Schnittführung besonders schön hervor, indem hier im letzteren Falle der Lymphausfluss und der Zuwachsstrom oft ganz ausblieben.

Für die Entblössung des Gastroknemius hatte Hermann hinsichts des vorderen Endes des Längsschnittes keine besondere Bestimmung getroffen und nur angegeben, dass der vordere Querschnitt durch die Haut der Kniekehle geführt werden sollte. Die Erfolge der Versuche stellten sich aber bemerkenswerth verschieden heraus, je nachdem der genannte Querschnitt ein wenig mehr nach vorn oder nach hinten fiel. Im letzteren Falle wurde nämlich nur der Sacc. cruralis, im ersteren Falle wurden ausserdem noch die Sacc. femoralis und suprafemoralis und zwar beide gerade an Stellen, welche für den Abfluss der Lymphe sehr günstig gelegen waren, eröffnet (vgl. Fig. 1). Der Zuwachsstrom bei dem Freilegen des Gastroknemius war nun, besonders bei mittleren Lymphmengen in den Säcken, im ersteren Falle deutlich grösser als im letzteren Falle, und bei

dem nachfolgenden Freilegen des Triceps blieb fast regelmässig im ersteren, nur ziemlich häufig (wie im § 3) dagegen im letzteren Falle der Zuwachsstrom ganz aus.

Entsprechende Verschiedenheiten, wie bei dem verschiedenen Anlegen des vorderen Querschnittes zum Zwecke des Freilegens des Gastroknemius, zeigten sich, wenn blos ein Längsschnitt durch die Haut des Unterschenkels geführt wurde, je nachdem der Schnitt nach vorn hin nur bis in die Nähe des Kniees oder über dasselbe hinaus sich erstreckte. Und alle diese angeführten Vergleichserfahrungen liessen sich nicht blos an den beiden Schenkeln desselben Frosches, deren gleichnamige Lymphsäcke mindestens ohngefähr gleiche Lymphmengen enthielten, sondern auch an verschiedenen Fröschen gewinnen, wenn nur der jedesmalige Anfüllungsgrad der Lymphsäcke genügend im Auge behalten wurde.

Durchstach ich hoch oben an der äusseren Fläche des Unterschenkels die Haut mit der Pravaz'schen Spritze und schob ich die Spitze derselben zwischen Haut und Muskeln möglichst tief hinunter, so entstand, wenn beim Aufziehen des Stempels Flüssigkeit aufgesogen wurde, in der Regel ein schwacher aufsteigender Zuwachsstrom. Nur hin und wieder blieb diese Folge aus, trat dann aber gewöhnlich doch noch ein nach Wechsel des Aufsaugungsortes durch Vorwärts- oder Rückwärtsschieben der Spitze. Auch liess sich manchmal durch solchen Wechsel an demselben Unterschenkel mehrmals derselbe Erfolg erzielen. Nur gelang es so nicht, die ganze Lymphmenge des Sacc. cruralis zu entleeren, so dass der letzte Flüssigkeitsrest erst nach der Durchschneidung und dem Zurückschlagen der Haut ausfloss, von einem neuen, allerdings stets schwachen Zuwachsstrome begleitet

Einfacher und bequemer gestaltete sich derselbe Versuch, indem ich nur einen kleinen Einschnitt an der äusseren Fläche des Unterschenkels mit der Scheere machte und an oder etwas in die Oeffnung der Haut die Enden kleiner Fliesspapier-Stücke brachte. Je mehr und je rascher die Flüssigkeit aufgesogen wurde, zu desto grösserer Stärke und desto rascher wuchs der Zuwachsstrom an. Auch gelang es in dieser Weise öfters, von

einem kleinen Hautschnitte auf der Triceps-Sehne aus den Sacc. femoralis vollständig oder wenigstens fast vollständig zu entleeren: es trat dabei ein schwacher Zuwachsstrom auf, und bei dem nachfolgenden Freilegen des Triceps wurde gar kein oder doch nur ein höchst schwacher Zuwachsstrom wahrgenommen.

Bei Fröschen mit gut gefüllten Lymphsäcken genügte endlich oft schon ein kleiner Einschnitt in die Haut tief unten an der äusseren Fläche des Unterschenkels, um zugleich mit dem Austreten von Lymphe den Zuwachsstrom zur Beobachtung kommen zu lassen. Nur wuchs der Strom ganz langsam zu einer mässigen Grösse an, gerade so, wie das Ausfliessen der Lymphe ganz allmählich und unvollständig erfolgte. Hinüberstreichen über die Haut mit dem Scalpellstiele beförderte häufig den Lymphausfluss und beschleunigte das Anwachsen des Zuwachsstromes.

Nach dem Allen war es zweifellos, dass in dem Ausfliessen der zwischen der Haut und den Muskeln befindlichen Lymphe die Ursache des Zuwachsstromes bei dem Freilegen der Muskeln gelegen war. Genauer jedoch liess sich die Ursache des Zuwachsstromes unmittelbar noch nicht angeben; dazu waren weitere Untersuchungen erforderlich.

§ 6. Der Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln ist wesentlich bedingt durch den Fortfall der von der Lymphe in den Lymphsäcken gebildeten Nebenschliessung.

Die Vermuthung, dass der Lymphausfluss etwa von schädlichem Einflusse auf die Muskeln wäre, war mit unserer Widerlegung der Annahme, welche den Zuwachsstrom als eine Folge der Entblössung der Muskeln hinstellte, bereits beseitigt. Auch liess sich an die Widerstandszunahme, welche der Schliessungskreis durch den Fortfall der Lymphe erfuhr, als Ursache des Zuwachsstromes nicht denken; denn dafür war jene Zunahme meist zu klein und die Richtung des im Kreise vorhandenen Stromes zu gleichgültig. Es kam daher nur zweierlei in Betracht. Mit dem Ausfliessen der zwischen der Haut und den Muskeln gelegenen Lymphe fiel die Nebenschliessung zum Gal-

vanometer fort, welche diese Lymphe in Bezug auf die Muskelströme bis dahin abgegeben hatte: und dadurch musste bei unseren schwach parelektronomischen Fröschen ein aufsteigender Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln herbeigeführt sein. Dass die Haut vorher als ähnliche Nebenschliessung sich unwirksam erwiesen hatte, war keine widersprechende Erfahrung, weil der Widerstand der freien Lymph-Flüssigkeit, selbst in gleich dünner Schicht, wesentlich kleiner sein musste als der Widerstand der Haut. Ausserdem konnte aber noch die ausgeflossene und an die Aussenseite der Haut gelangte Lymphe von Einfluss auf den Strom im Galvanometerkreise sein.

Brachte ich bei einem auf der Glasplatte befindlichen vergifteten Frosche — vor jedem Aufschneiden der Haut — mit der Pravaz'schen Spritze einen Tropfen $^1/_2$—1 $^0/_0$iger Kochsalzlösung am Ober- oder Unterschenkel zwischen die Haut und die Glasplatte, so trat ein schwacher absteigender Zuwachsstrom auf; ein schwacher aufsteigender Zuwachsstrom aber entstand, wenn der Tropfen an den Metatarsus und die Zehen gebracht war. Mit der Menge der zugeführten Flüssigkeit wuchs jedesmal der Zuwachsstrom, und zwar der letztere aufsteigende rascher als der erstere absteigende. Breitete sich dabei die Flüssigkeit vom Metatarsus nach vorn hin aus, so hatte dies auf den aufsteigenden Zuwachsstrom keinen wesentlichen Einfluss. Dagegen ging, sobald die am Ober- oder Unterschenkel zugeführte Flüssigkeit bei ihrer Ausbreitung an den Metatarsus und die Zehen gelangt war, der absteigende Zuwachsstrom sofort in einen rasch wachsenden aufsteigenden über; und wenn die Ausbreitung der Flüssigkeit in dieser Weise sehr rasch erfolgte, zeigte sich durch die Flüssigkeitszufuhr unmittelbar oder nach einem kurzen absteigenden Zuwachsstrome ein starker aufsteigender Zuwachsstrom herbeigeführt. Nahm ich die zugeführte Flüssigkeit durch Fliesspapier wieder weg, so war der Erfolg der umgekehrte. Bei nur einem Tropfen am Ober- oder Unterschenkel entstand ein schwacher aufsteigender Zuwachsstrom, bei nur einem Tropfen an Metatarsus und Zehen ein schwacher absteigender Zuwachsstrom. Bei grösseren Flüssigkeitsmengen, von welchen der Zwischenraum zwischen Schenkel und Platte in der ganzen Länge

des Schenkels erfüllt war, hing Alles davon ab, wie die Flüssigkeit an den Zehen sich verhielt: wurde das Fliesspapier an Ober- oder Unterschenkel gebracht, so nahm die letztere Flüssigkeit ab, und es entstand ein absteigender Zuwachsstrom; wurde das Fliesspapier an Metatarsus und Zehen gelegt, so nahm, wenn hier viel Flüssigkeit sich befand, dieselbe trotz des Zuströmens von vorn her ab, und ebenfalls zeigte sich ein absteigender Zuwachsstrom; war dabei aber von vornherein nur wenig Flüssigkeit an den Zehen, so nahm dieselbe zuerst durch Zuströmen von vorn her zu mit aufsteigendem Zuwachsstrome und darauf ab mit absteigendem Zuwachsstrome.

Bei den auf den Rahmen gespannten unvergifteten Fröschen hatte nun blos eine Benetzung der Aussenfläche der Schenkelhaut durch die aus den Hautschnitten fliessende Lymphe stattgehabt, da dieselbe, sobald sie in grösserer Menge vorhanden war, auf den Tisch abtropfte; und bei den auf die Glasplatte gelegten vergifteten Fröschen hatte, wenn nicht gerade viel Lymphe ausgeflossen war, der Zwischenraum zwischen Schenkel und Platte höchstens bis zum Tarsus mit Lymphe sich gefüllt. In diesen beiden Fällen war also der aufsteigende Zuwachsstrom einzig und allein in dem Fortfalle der Lymphe an der Innenseite der Haut begründet, und er musste sogar, besonders im zweiten Falle, durch die äussere Ansammlung der Lymphe etwas verkleinert zur Beobachtung gekommen sein. Dem entsprechend wuchs auch noch etwas der nach dem Freilegen der Muskeln beobachtete aufsteigende Zuwachsstrom, wenn ich im letzteren Falle die ausgeflossene Lymphe durch Fliesspapier fortschaffte. Dagegen hatte bei den vergifteten Fröschen, bei welchen gut gefüllte Lymphsäcke sich entleert hatten, die Lymphe bis zu den Zehen sich verbreitet: und hier war der beobachtete aufsteigende Zuwachsstrom als herbeigeführt anzuerkennen nicht nur durch den Fortfall der von der Lymphe in den Lymphsäcken gebildeten Nebenschliessung, sondern auch durch die Anhäufung der Lymphe ausserhalb. In der That, nahm ich hier die ausgeflossene Lymphe durch Fliesspapier weg, so zeigte sich dasselbe, wie bei den oben zuletzt angeführten Versuchen mit der Kochsalzlösung; nur hinterblieb hier immer noch ein

ansehnlicher aufsteigender Zuwachsstrom (von 60—100^sc^), wenn die Aussenflüssigkeit gänzlich beseitigt war, während bei jenen Kochsalzlösung-Versuchen der durch die Flüssigkeitszufuhr veranlasste aufsteigende Zuwachsstrom alsdann auf Null zurückgeführt war.

Nunmehr war auch das Räthsel gelöst, welches die so sehr verschiedene Grösse, in welcher der Zuwachsstrom bei den Versuchen des § 3. aufgetreten war, anfänglich dargeboten hatte. Allerdings war die Lymphmenge in den Lymphsäcken entsprechend sehr verschieden gewesen (s. o. S. 547); allein es hätte doch Bedenken unterliegen müssen, jene verschiedene Grösse des Stromes einfach von dem verschiedenen Querschnitte der fortgefallenen Lymph-Nebenschliessung abzuleiten, weil die Wirkung der bestehenden Lymph-Nebenschliessung mit dem Wachsen des Querschnittes derselben nur immer langsamer zunehmen konnte und rasch einem Maximum sich nähern musste. Jetzt war es klar, dass zwar je nach der Lymphmenge verschieden grosse, aber doch immer nur schwächere aufsteigende Zuwachsströme die Folge des Fortfalles der Lymph-Nebenschliessung waren und dass die grossen Zuwachsströme, welche sich gezeigt hatten, durch den Hinzutritt der Wirkung der reichlich ausgeflossenen und aussen angesammelten Lymphe bedingt waren. Es war ferner verständlich die Beobachtung, welche, um die Darlegung nicht unnütz zu verwickeln, früher nicht aufgeführt worden ist, dass bei den Versuchen des § 3. an vergifteten Fröschen, bei welchen strotzend volle Lymphsäcke sich entleerten und der Schenkel bald in Lymphe gebadet war, dem starken aufsteigenden Zuwachsstrome öfters — wenn rasch beobachtet wurde, ehe die ausgeflossene Lymphe zu den Zehen gelangt war — ein ganz kurzer und, wenn auch geringerer, so doch immer beträchtlicher absteigender Zuwachsstrom voraufging. Es war endlich ohne Weiteres erklärlich die Erfahrung, welche ich anfangs dem Zufalle zuschreiben zu müssen geglaubt hatte, dass bei den Versuchen des § 3. nur an den auf die Glasplatte gelegten vergifteten Fröschen die grossen Zuwachsströme sich gezeigt hatten, während an den auf den Rahmen gespannten unvergifteten Fröschen immer nur schwächere Zuwachs-

ströme zur Beobachtung gekommen waren. Häufig legte ich, nachdem ich auf die Wirkungen der aussen angesammelten Lymphe aufmerksam geworden war, die vergifteten Frösche so auf die Glasplatte, dass das vordere Ende des Tarsus auf den die Unterlage überragenden Rand der Glasplatte zu liegen kam, und stützte die Zehen für sich allein durch eine zweite, in passender Entfernung aufgestellte Glasplatte; Tarsus und Metatarsus schwebten also brückenförmig in der Luft, und der Zufluss der ausgeflossenen Lymphe zu den Zehen war verhindert: hier traten auch bei prall gefüllten Lymphsäcken immer nur schwächere Zuwachsströme auf.

Das Gesammtergebniss der Untersuchung liess sich danach folgendermassen aussprechen: *Bei dem Freilegen von Muskelpartieen des Schenkels entsteht in Folge des Ausfliessens der zwischen der Haut und den Muskeln befindlichen Lymphe, welche bis dahin eine Nebenschliessung zum Galvanometer in Bezug auf die Muskelströme abgab, ein aufsteigender Zuwachsstrom, dessen Stärke mit der Menge der in den Lymphsäcken enthaltenen Lymphe wächst, eine mässige Grösse jedoch nicht überschreitet. Zu diesem Zuwachsstrome fügt sich, wo die Versuchsbedingungen eine Ansammlung der ausgeflossenen Lymphe an der Aussenseite der Haut gestatten, in Folge dieser Ansammlung ein zweiter Zuwachsstrom algebraisch hinzu, der mit der Menge der aussen angesammelten Lymphe wächst und, wofern die ausgeflossene Lymphe nicht den Metatarsus und die Zehen erreicht hat, schwach und absteigend, anderenfalls schwach bis stark und aufsteigend ist.*

Aber der erstere Zuwachsstrom ergab sich in seiner Stärke noch anderweitig abhängig ausser von der Lymphmenge.

Die bisher angegebenen Erfolge der Versuche waren diejenigen, welche bei der im Juni, Juli und August — unter fast täglichem Experimentiren bei 18—30° C. Zimmertemperatur — ausgeführten Untersuchung regelmässig sowohl an frisch eingefangenen wie an schon einige Zeit aufbewahrten Fröschen

eintraten. Ich bin jedoch im Laufe der Untersuchung drei Mal auf ein ausnahmsweises Verhalten der Frösche gestossen und zwar der Art, dass Frösche, welche schon einige Zeit in meinen Töpfen sich befanden und deren Genossen von demselben Fange vorher und nachher schwach parelektronomisch sich zeigten, einmal höchst schwach parelektronomisch und die beiden anderen Male stark oder sehr stark parelektronomisch sich herausstellten. Das ausnahmsweise Verhalten hielt jedesmal nur 2—3 Tage an, betraf dann aber in ziemlich gleichem Masse alle Frösche, welche ich zu der Zeit untersuchte. Die höchst schwach parelektronomischen Frösche, deren Gastroknemien zwischen den sehnigen Enden einen auffallend starken aufsteigenden Strom gaben, enthielten in ihren Lymphsäcken nur wenig Lymphe, und doch traten bei dem Freilegen des Gastroknemius — nicht bei dem Freilegen des Triceps — so starke aufsteigende Zuwachsströme auf, dass sie zu den grössten gehörten, welche ich überhaupt beobachtet habe. Bei den stark oder gar sehr stark parelektronomischen Fröschen dagegen, deren Gastroknemien zwischen den sehnigen Enden einen sehr schwachen aufsteigenden oder gar keinen oder endlich einen schwachen absteigenden Strom gaben, entstand, auch wenn eine reichlichere Lymphmenge in den Lymphsäcken sich befand, bei dem Freilegen des Gastroknemius und des Triceps immer nur ein höchst schwacher aufsteigender oder ein schwacher absteigender Zuwachsstrom, wenn nicht überhaupt jeder Zuwachsstrom ausblieb.

Diese neuen Erfahrungen, welche mit Hermann's Angaben übereinstimmten, waren nun für die betreffenden Umstände durchaus vorauszusehen gewesen. Denn offenbar musste die gleiche Lymphmenge, als Schliessung für die Muskelströme, bei sehr schwacher Parelektronomie einen absolut grösseren Strom vom Galvanometer abblenden, als bei schwacher Parelektronomie, und bei starker Parelektronomie einen absolut kleineren Strom. Die letzten Versuche hatten somit nur eine eigentlich selbstverständliche Ergänzung des vorhin ausgesprochenen Ergebnisses geliefert, und der Erfolg des Entblössungsversuches liess sich — von dem unwesentlichen, weil nur in

zufälligen Versuchsbedingungen begründeten, zweiten obigen Zuwachsstrome abgesehen — nunmehr vollständig so formuliren:

Bei dem Freilegen von Muskelpartieen des Schenkels entsteht in Folge des Ausfliessens der zwischen der Haut und den Muskeln befindlichen Lymphe, welche bis dahin eine Nebenschliessung zum Galvanometer in Bezug auf die Muskelströme abgab, ein aufsteigender Zuwachsstrom, dessen Stärke desto beträchtlicher ist, je schwächer die Parelektronomie der Muskeln und je grösser die in den Lymphsäcken enthaltene Lymphmenge ist. Bei sehr starker Parelektronomie der Muskeln ist der Zuwachsstrom absteigend.

Wie die grössere oder geringere Anfüllung der Lymphsäcke der Frösche von der Jahreszeit und von anderen Umständen abhängig ist, darauf ist leider bisher, wie es scheint, noch gar nicht genauer geachtet worden. Nach den übereinstimmenden Erfahrungen mehrerer Forscher meiner Bekanntschaft, welche viel mit Fröschen zu thun hatten, würden die Winterfrösche und die ersten Frühjahrsfrösche die grössten Lymphmengen in den Säcken enthalten. So habe ich auch bei den im März, April und Mai d. J. eingefangenen Fröschen, welche ich zur vorliegenden Untersuchung bis Mitte Juli verwandte, ziemlich häufig strotzend volle Lymphsäcke angetroffen. Bei den Anfangs Juni eingebrachten Fröschen bin ich dagegen schon nur selten auf gut gefüllte Lymphsäcke gestossen, und bei den später im Juni, ferner im Juli und August eingefangenen Fröschen — ich habe 14 Fänge genau untersucht — habe ich durchweg nur wenig oder gar sehr wenig Lymphe in den Säcken gefunden. Die in meinen Töpfen überwinterten (im October v. J. eingebrachten) Frösche waren arm an Lymphe, so dass bei ihnen, weil sie nicht dem Winterschlafe verfallen waren, vielleicht ein anomal starker Verbrauch von Lymphe während des Winters stattgehabt hat. Mehrfache Versuche, durch operative Eingriffe die Lymphmenge in den Säcken zu vermehren, haben bis jetzt noch nicht unzweideutige Resultate geliefert.

Wahrscheinlich ist auf den verschiedenen Lymphgehalt der Frösche die Verschiedenheit zurückzuführen, welche bei den Versuchen des § 3. zwischen du Bois-Reymond's und meinen Ergebnissen einerseits und Hermann's Ergebnissen andererseits sich herausgestellt hat. Es lässt sich nämlich nicht gut denken, dass Hermann in der Regel höchst schwach parelektronomische Frösche zur Untersuchung bekommen haben sollte, weil er, seinen Angaben nach und den Ausgabe-Zeiten der Abhandlungen nach (s. o. die Anmerkungen des § 1.) zu schliessen, vorzugsweise im Winter, etwa von der Herbst-Mitte bis zur Frühjahrs-Mitte experimentirt hat und ich die Frösche gerade in den folgenden drei heisseren Monaten in der Regel blos schwach parelektronomisch und nur ein einziges Mal höchst schwach parelektronomisch angetroffen habe. Viel eher ist nach dem eben über das Verhalten der Lymphe Bemerkten anzunehmen, dass Hermann's Frösche in der Regel stark gefüllte Lymphsäcke besassen. Hermann kann in Folge dessen häufig auch bei stärkerer Parelektronomie grosse Zuwachsströme gefunden haben, weil er die Frösche meist vergiftet auf der Glasplatte liegen hatte und auf die Wirkungen auch der aussen angesammelten Lymphe nicht aufmerksam geworden ist. Dazu ist dann wohl noch ein anderer Umstand gekommen, Hermann's Zuwachsstrom so gross erscheinen zu lassen. Durch eine Reihe von Versuchen, bei welchen ich theils unversehrte, theils aus einer Herzwunde verblutete Frösche verwandte, habe ich constatirt, dass der Gesammtmuskelstrom enthäuteter Schenkel und der Zuwachsstrom bei dem Freilegen von Muskelpartieen des Schenkels durchschnittlich wesentlich grösser sind bei verbluteten als bei bluthaltigen Thieren; auch habe ich wiederholt den bei dem Freilegen des Gastroknemius aufgetretenen Zuwachsstrom, nachdem er sein Maximum erreicht hatte, noch weiter wachsen sehen, wenn ich die grossen Gefässe in der Kniekehle anschnitt und das ausgeflossene Blut sofort durch Fliesspapier fortschaffte. Es erklärt sich dies Alles einfach daraus, dass die in den Gefässen der Muskeln enthaltene Flüssigkeit selbst eine Nebenschliessung zum Galvanometer in Bezug auf die Ströme der Muskelfasern abgiebt: wodurch es auch

schon du Bois-Reymond verständlich schien, dass mit Zuckerwasser ausgespritzte Muskeln an Kraft nicht ausgespritzten Muskeln überlegen waren[1]). Bei dem Freilegen der Unterschenkel-Muskulatur hatte ich nun nie die Gefässe der Kniekehle verletzt, und nur eine spurweise Blutung, welche der Lymphe einen Stich in's Rothe verlieh, war dann und wann in Folge der Schnitte durch die Haut eingetreten; Hermann dagegen spricht bei denselben Versuchen von einer „stets eintretenden nicht unbedeutenden Blutung aus den in der Kniekehle durchschnittenen Gefässen.“ Während also bei meinem Freilegen der Muskeln die Muskulatur ihren normalen Blutgehalt behielt, wurden oder waren Hermann's Muskeln mehr oder weniger blutleer, und dadurch musste unter sonst gleichen Umständen der Zuwachsstrom in Hermann's Galvanometerkreise stärker sein. Uebrigens mögen die in der Regel grossen Zuwachsströme Hermann's bedingt gewesen sein wodurch sie wollen, jedenfalls sind die Verhältnisse, welche ich in Uebereinstimmung mit du Bois-Reymond an Frühjahrs- und Sommer-Fröschen angetroffen habe, als die normalen anzuerkennen. Doch kommt es darauf jetzt gar nicht einmal mehr an bei der Einsicht, welche wir in den Zuwachsstrom gewonnen haben.

§ 7. Von dem Enthäutungs- und Wiederbehäutungs-Versuche.

Mit dieser Einsicht war auch sogleich das volle Verständniss verknüpft des Enthäutungs- und Wiederbehäutungs-Versuches. Denn bei diesem Versuche ging lediglich auf ein Mal und in vollkommenerer Weise vor sich, was bei den früheren Entblössungsversuchen nach einander und unvollständiger erfolgt war. Die Enthäutung des Präparates führte die Eröffnung

1) E. du Bois-Reymond. De fibrae muscularis reactione etc. Berolini 1859. p. 42—3. — J. Ranke (Tetanus. Leipzig 1865. S. 438 ff.) hat bei dieser Bemerkung du Bois-Reymond's sich verlesen und ein Verständniss derselben nicht gewonnen. Er ist dadurch zu Versuchen verleitet worden, gerade entgegengesetzt denen, welche er hätte anstellen müssen, um das zu beweisen, woran ihm gelegen war.

und Entleerung zugleich der Sacci femoralis, suprafemoralis, interfemoralis und cruralis, wenn nicht gar auch noch der Sacci iliacus, dorsalis pedis und plantaris herbei; und mit der Wiederbehäutung liess sich wohl die Haut, nicht aber die ausgeflossene Lymphe aller dieser Säcke wieder an ihre alte Stelle schaffen: die letztere blieb vielmehr, mit etwas Blut gemischt, in grösserer oder geringerer Menge an dem Enthäutungsorte zurück, — ein unverkennbares Zeichen der wesentlichen Verschiedenheit, welche das dem ersten Anscheine nach gleiche Präparat doch jetzt gegen den Zustand vor der Enthäutung darbot.

Ich stellte den Versuch am Galvani'schen Präparate an, wie ihn du Bois-Reymond schon 1842 ausgeführt hatte, nur dass ich den veränderten Ableitungsvorrichtungen gemäss die Haut von vornherein einmal am Steiss oder hoch oben am Oberschenkel und zweitens an der Zehe oder an der äusseren Fläche des Tarsus ätzte. Die Enthäutung nahm ich so, wie gewöhnlich bei der Herstellung des Nerv-Muskel-Präparates, vor, jedoch nur bis zum Fussgelenke oder bis zum Tarso-Metatarsal-Gelenke; es bot alsdann keine Schwierigkeit, mit Hülfe zweier Pincetten die Haut wieder überzuziehen, ohne dass irgend ein Muskel mit der vorderen geätzten Hautstelle und auch überhaupt mit der Aussenfläche der Haut in Berührung kam. Die Wiederbehäutung liess ich der Enthäutung entweder unmittelbar nachfolgen, oder ich liess zwischen beiden eine oder mehrere Minuten verfliessen. Die Grösse der Fehler, welche die wiederholte Anlagerung der Zuleitungsröhren, die hier ja nicht unverrückt in ihrer Lage zu belassen waren, nach sich ziehen konnte, wurde in der Regel vor und nach dem Enthäuten ermittelt.

Der aufsteigende Zuwachsstrom, welcher nach dem Wiederbehäuten des Präparates sich zeigte, schwankte bei meinen gewöhnlichen, schwach parelektronomischen Fröschen zwischen 30 und 150^{sc}, entsprach also sehr gut den Zuwachsströmen, welche ich bei dem Freilegen einzelner Muskelpartieen des Schenkels beobachtet hatte. So grosse Zuwachsströme, wie manchmal unter den letzteren, fand ich hier nicht, offenbar weil jetzt, wo die Enthäutung, um die Experimentirplatte nicht zu verunreinigen,

anderswo vorgenommen wurde, die ausgeflossene Lymphe nie an der Aussenseite der Haut angesammelt war. Die kleineren Zuwachsströme traten gewöhnlich da auf, wo nur wenig, die grösseren, wo reichlich Lymphe ausgeflossen war. Brachte ich vor dem Wiederbehäuten das Präparat mehrmals von Neuem auf trockene Stellen der Porzellanplatte oder entfernte ich gar die der Muskulatur und der Haut anhaftende Lymphe auf die Weise, dass ich das Präparat über Fliesspapier wälzte, so kamen regelmässig die grösseren Zuwachsströme zur Beobachtung. Das Maximum des Zuwachsstromes war stets schon bei der ersten Beobachtung erreicht, auch wenn ich sogleich nach der Enthäutung die Haut wieder übergezogen hatte; in diesem Falle wurde aber öfters bei der Wiederholung des Ab- und Wiederüberziehens der Haut, indem die zuerst an der Haut und den Muskeln haftengebliebene Lymphe immer mehr abfloss, ein wiederholter aufsteigender Zuwachsstrom oder, was dasselbe sagen will, ein Anwachsen des ursprünglichen Zuwachsstromes wahrgenommen. — Bei einigen Versuchen an den höchst schwach parelektronomischen Fröschen (s. o. S. 555) betrugen die Zuwachsströme bis 300^{sc}. Bei den stark parelektronomischen Fröschen bin ich auf schwache absteigende Zuwachsströme gestossen.

Schliesslich entfernte ich noch bei jedem Versuche die Haut, nachdem ich sie auch von dem Fusse abgezogen hatte, wobei meist auch die Haut der vierten Zehe folgte oder, wenn ein Rest derselben zurückgeblieben war, dieser Rest doch leicht beseitigt werden konnte. Setzte ich dann die Spitzen der Zuleitungsröhren wieder auf die Stellen, an welchen sie sich vorher auf der Haut befunden hatten, so fand ich einen neuen Zuwachsstrom vor, der etwa zwischen denselben Grenzen schwankte wie der obige erste Zuwachsstrom. Der neue Zuwachsstrom war aber, wenn zwischen der Enthäutung und der Wiederbehäutung eine längere Zeit verflossen war, und vollends, wenn das enthäutete Präparat vor der Wiederbehäutung auf der trockenen Porzellanplatte mehrmals umgelagert oder über Fliesspapier gerollt worden war, immer nur klein und erreichte die höchsten Werthe blos dann, wenn die Wiederbehäutung der

Enthäutung unmittelbar gefolgt war. Es beruhte dieser Zuwachsstrom demnach nur zu einem Theile auf der Beseitigung der Hautströme (s. § 8) und war zum grösseren Theile die Folge des vollkommeneren Fortfalles der Lymph-Nebenschliessung.

Mehrfache Modificationen des Versuches lieferten mir im Wesentlichen dieselben Ergebnisse. So enthäutete ich am Galvani'schen Präparate, dessen Strom ich zwischen Steiss und Zehe prüfte — an den Ableitungsstellen war die Haut immer geätzt —, nur den Ober- und Unterschenkel, nachdem ich die Haut hoch oben am Oberschenkel ringsherum durchschnitten hatte, und entfernte schliesslich die vorher abgezogene Haut durch einen Zirkelschnitt am Fussgelenke und einen Längsschnitt am Ober- und Unterschenkel. Um die Muskelquerschnitte am vorderen Ende des Präparates zu vermeiden, experimentirte ich ferner am vergifteten, sonst aber unversehrten Frosche ganz nach der allerersten Versuchsweise, nur dass ich vor dem Enthäuten der Schenkel einen Zirkelschnitt oberhalb des Beckens durch Bauch- und Rücken-Haut führte. Endlich untersuchte ich, wiederum am vergifteten Frosche, den Strom zwischen Nacken und Zehe, enthäutete die Schenkel nach einem Zirkelschnitte durch die Beckenhaut und führte zur schliesslichen Entfernung der vorher abgezogenen Haut noch einen Zirkelschnitt am Fussgelenke und einen sich anschliessenden Längsschnitt durch die Haut, so dass die vordere Körperhälfte des Frosches und die Füsse bis zuletzt mit Haut bekleidet blieben. In allen diesen Fällen waren die Schnitte durch die Haut und die theilweise Entfernung der Haut zwischen den Ableitungsstellen, wie sich bald ergeben wird, ohne allen Einfluss auf die Hautströme zwischen den geätzten Stellen (s. §. 8).

Ohne jede Aetzung der Haut (mit conc. Kochsalzlösung oder Arg. nitr.) den Versuch auszuführen, wie es Hermann mit Hülfe des Compensationsverfahrens gethan hatte, empfahl sich am wenigsten, da es doch, wie gesagt, keine Schwierigkeit bot, das Ab- und Wiederüberziehen der Haut so vorzunehmen, dass die geätzten und nach der Aetzung sorgsam abgetrockneten Hautstellen mit keinem Muskel in Berührung kamen, eine etwaige Anätzung anderer äusserer Hautflächen aber nicht von

Bedeutung war (s. § 8). Denn bei der Hermann'schen Versuchsweise liessen an frischen Fröschen die oft grosse Differenz der elektromotorischen Kräfte der abgeleiteten unversehrten Hautstellen und die oft grossen und unregelmässigen Verschiedenheiten, welche die Differenz von einer Prüfung zur anderen darbot, vielfach nicht zu genaueren Ergebnissen kommen; und nur an Fröschen, welche lange in der Gefangenschaft gefastet hatten und, wie schon du Bois-Reymond[1]) gefunden hatte, ungleich schwächere Hautströme als die frisch eingebrachten zeigten, gestalteten sich die Erfolge günstiger. Ich erhielt übrigens bei derartigen Versuchen dieselben Ergebnisse, wie oben bei den Versuchen mit Messung der Stromintensität zwischen den geätzten Ableitungsstellen; und ich gehe auf die Abweichungen dieser Ergebnisse von den Hermann'schen nur deshalb nicht weiter ein, weil es nach allem Voraufgegangenen überflüssig wäre.

§ 8. Von den Strömen am unenthäuteten Frosche. Der Muskelstrom ist auch am unenthäuteten Frosche nachweisbar.

Um die Untersuchung bis zu ihren natürlichen Grenzen auszudehnen, waren nun noch die Ströme am unenthäuteten Frosche zu betrachten.

Obwohl diese Ströme bei den Versuchen von vornherein der Beobachtung sich aufdrängten, ist doch von ihnen bisher nicht die Rede gewesen, weil sie naturgemäss erst den Schluss der Untersuchung zu bilden hatten; und wir sind durchaus nicht voreilig zu Werke gegangen, als wir im § 6. den Zuwachsstrom vom Fortfalle der Lymph-Nebenschliessung ableiteten, unbekümmert um den Beweis, welchen Hermann für die Stromlosigkeit der Muskeln im unversehrten lebenden Thiere weiter noch durch die Untersuchung des unenthäuteten Thieres geliefert haben wollte. Denn die Existenz des Muskelstromes am isolirten lebenden Muskel wie am freigelegten Muskel des le-

1) Untersuchungen u. s. w Bd. II. Abth. II. S. 20.

benden Thieres war unbestritten, und du Bois-Reymond hatte den Muskelstrom für nachweisbar auch am behäuteten Thiere erklärt. Fand nun Hermann das behäutete Thier unter gewissen, die Hautungleichartigkeiten beseitigenden und zugleich jede Veränderung der Muskeln ausschliessenden Umständen stromlos, so durfte er daraus doch zunächst nur schliessen, dass der Muskelstrom am behäuteten Thiere nicht nachweisbar sei, nicht aber, dass er dort gar nicht vorhanden sei. Der letztere Schluss war erst dann erlaubt, wenn erwiesen war, dass der Muskelstrom bei dem Freilegen der Muskeln in Folge der Entblössung entstand. Hermann war also gerade den umgekehrten Weg gegangen, den er folgerichtig hätte gehen müssen; und wir waren, als wir gefunden hatten, dass der Zuwachsstrom bei dem Freilegen der Muskeln nicht die Folge der Entblössung ist, auf Grund der Hermann'schen Versuche am behäuteten Thiere höchstens noch zu glauben verpflichtet, dass der Muskelstrom am behäuteten Thiere sich nicht nachweisen liesse.

Nicht genug jedoch, dass Hermann durch die Ergebnisse seiner Versuche am unenthäuteten Thiere zu dem Schlusse, den er zog, nicht berechtigt war, so waren eben diese Versuchsergebnisse sogar geradezu falsch. Unter mehreren Hunderten von Versuchen, welche ich an frischen und mehr oder weniger lange aufbewahrten Fröschen, nach vorheriger Aetzung der betreffenden Hautstellen, mit Prüfung zwischen Nacken und Steiss einerseits und (meist) Zehe oder (seltener) Tarsus andererseits angestellt habe, bin ich bei der ersten Beobachtung nur ein einziges Mal zwischen Nacken und Zehe auf Stromlosigkeit gestossen, die aber auch sogleich einem absteigenden Strome Platz machte; sonst war stets von vornherein ein auf- oder absteigender Strom von mässiger oder geringer Grösse vorhanden, der mit der Schliessungsdauer sich veränderte. In der Mehrzahl der Fälle war dabei keine Spur von Durchätzung an den unter der Rücken-, Steiss- oder Tarsalhaut gelegenen Muskeln bemerkbar, in den anderen Fällen waren dieselben Muskeln schwach, selten stärker angeätzt. Ob ich die Ungleichartigkeiten der Zuleitungsröhren compensirt hatte, oder ob ich ohne Compensation mit höchst gleichartigen Zuleitungsröhren arbei-

tete, so dass bei zusammengeschobenen Spitzen derselben der Spiegel nur um c. 5sc und demgemäss um viel weniger, als nach Aufnahme des Frosches in den Galvanometerkreis, abgelenkt wurde, war gleichgültig. Hermann's Resultate liessen sich daher nur auf die Weise erklären, dass die Empfindlichkeit seines Multiplicators zu gering gewesen war.

Aber noch mehr. Die Unrichtigkeit von Hermann's Versuchsergebnissen oder anders die Unmöglichkeit des Fehlens des Muskelstromes, welches Hermann gerade mit seinen Versuchen beweisen wollte, war auch vorauszusehen gewesen und liess sich ganz ohne die eben erwähnten Versuche auf andere Weise erhärten. Bei der Erklärung der Ströme eines Hautstückes zwischen der äusseren oder der inneren Fläche und dem Querschnitte hatte schon J. Rosenthal[1]) gezeigt, dass eine Partie am Ende des Hautstückes, in welcher die elektromotorischen Kräfte vernichtet sind, durch die benachbarten elektromotorischen Kräfte der unversehrten Haut mit Stromescurven erfüllt sein muss. Das Gleiche musste nun auch statthaben bei einer elektromotorisch unwirksamen Hautpartie, welche inmitten unversehrter Haut gelegen war; und Nichts war leichter, als nach Aetzung einer mittleren Stelle eines isolirten Hautstückes die Ströme zwischen verschiedenen Punkten der geätzten Stelle durch den Versuch nachzuweisen. Danach konnte es aber höchstens einmal ein Werk des Zufalles sein, dass man bei der Aufnahme zweier geätzter und durch unversehrte Haut verbundener Hautstellen in den Galvanometerkreis auf Ableitungspunkte von gleicher Spannung gerieth, um so mehr, als auch die Kraft verschiedener Hautstellen eine verschiedene ist und oft beträchtlich differirt: in der Regel mussten Ströme zwischen den beiden Hautstellen auftreten. In der That war nur nöthig, nach Isolirung einer grösseren Hautpartie und Aetzung zweier getrennter Stellen derselben die Zuleitungsröhren auf diese Stellen aufzusetzen, um sich durch die regelmässig zur Beobachtung

1) Die Fortschritte der Physik im Jahre 1860, darg. von der physikalischen Gesellschaft zu Berlin. Berlin 1862. S. 547. — Dieses Archiv, 1865. S. 310 ff.

kommenden Ströme von der Richtigkeit auch dieses theoretischen Ergebnisses zu überzeugen. Wenn nun, woran Hermann gar nicht gedacht hat, auch zwischen zwei geätzten Hautstellen regelmässig ein Hautstrom auftrat, konnte die von Hermann am unenthäuteten Frosche gefundene Stromlosigkeit nur auf irgend einem Versuchsfehler beruhen, oder sie bewies gerade, dass der Hautstrom durch einen zweiten Strom, der nach allen unseren Kenntnissen nichts Anderes als der Muskelstrom sein konnte, compensirt war.

Hermann's Bemühen war also in jeder Beziehung verfehlt, und nicht einmal das ging aus seinen bezüglichen, durchaus falschen Versuchen hervor, dass der Muskelstrom am unenthäuteten Thiere nicht nachweisbar sei. Einzig und allein seine Verdächtigung, dass du Bois-Reymond's aufsteigender Gesammtmuskelstrom der behäuteten Frosch-Gliedmassen wie des unversehrtes Frosches schon zur Zeit seiner ersten Constatirung von einer Anätzung der Muskeln durch die Kochsalzlösung herrühren könne, blieb bestehen; und da sie nur das von du Bois-Reymond beobachtete und der allmählichen Zerstörung der Parelektronomie zugeschriebene Wachsen des Gesammtmuskelstromes mit der Zeit und etwa noch Hermann's durch keine Erfahrung gestützte Angabe, dass die concentrirte Kochsalzlösung „verhältnissmässig langsam (auf die Haut) wirkt und während dessen schnell in die Tiefe diffundirt", zur Grundlage hatte, konnte es fraglich sein, ob ihr Bedeutung beizumessen wäre. Indessen waren eben zwei Thatsachen bekannt geworden, welche hier von Gewicht waren: es hatten, wenn ein unversehrter Frosch mit zwei geätzten Hautstellen in den Kreis aufgenommen war, nicht nur aufsteigende, sondern auch absteigende Ströme sich ergeben, und es hatte zweitens sich gezeigt, dass in solchem Kreise doch ein Hautstrom circulirte. Unter diesen Umständen erschien es räthlich, die Nachweisbarkeit des Muskelstromes am unenthäuteten Thiere von Neuem zu untersuchen.

Von einem eben getödteten Frosche entfernte ich den grössten Theil der Brust- und Bauch-Bedeckungen mit den vorderen Extremitäten und dem Kopfe und zog darauf die übrig geblie-

bene Haut im Ganzen bis zu den Metatarso-Phalangeal- oder den ersten Phalangeal-Gelenken ab, so dass nach Durchschneidung dieser Gelenke alle oder die letzten Phalangen in der Zehenhaut stecken blieben [1]). Nach Reinigung der inneren Hautfläche von den anhaftenden Muskelresten schnitt ich dann die Extremitäten-Haut an der Bauchseite auf und breitete die ganze Haut mit ihrer Innenfläche, unter Verhütung von Luftblasen, auf einem Lager von mit 1 %iger Kochsalzlösung angeknetetem Thone aus, welchem ich die Gestalt der ausgebreiteten Haut und in den verschiedenen Gegenden eine den betreffenden Körpertheilen des Frosches entsprechend verschiedene Dicke gegeben hatte; die Zehen kamen am Ende des Thonlagers unmittelbar auf die das Thonlager tragende Glasplatte zu liegen, und die beiden Thon-Abtheilungen für die Haut der Extremitäten waren durch eine eben solche freie und trockene Glasfläche getrennt, wie früher die Extremitäten des auf der Glasplatte liegenden Frosches. Ich untersuchte nun die Ströme zwischen verschiedenen Stellen der Aussenfläche der Haut, indem ich die Spitzen der Zuleitungsröhren auf diese Stellen setzte, ohne dass die Stellen geätzt waren und nach vorheriger Aetzung derselben mit Arg. nitr. fus. Zwischen unversehrtem Steiss und Tarsus erhielt ich, in Uebereinstimmung mit du Bois-Reymond [2]), regelmässig einen mehr oder weniger starken absteigenden Strom; ebenso zwischen Nacken und Tarsus. Zwischen unversehrtem Nacken oder Steiss und Zehe aber beobachtete ich mehr oder weniger starke Ströme, welche etwa ebenso häufig auf- wie absteigend waren; und es kam sogar öfters an einer und derselben Froschhaut vor, dass auf den beiden Seitenhälften zwischen denselben Stellen oder auf derselben Seitenhälfte zwischen Nacken und Zehe und wiederum zwischen Steiss und Zehe verschieden gerichtete Ströme sich zeigten. War eine

1) Die Erhaltung der Zehen empfahl sich, weil die Zehenhaut sich nicht sicher jedes Mal im Ganzen abziehen liess. In mehreren Fällen, in welchen dies gelungen war, haben die obigen Versuche dieselben Ergebnisse geliefert.

2) Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 15—16.

der beiden Ableitungsstellen geätzt, so ging überall, wie es schon du Bois-Reymond[1]) gefunden hatte, ein mehr oder weniger kräftiger Strom in der Haut von der ungeätzten zur geätzten Stelle. Waren Nacken oder Steiss und Tarsus zugleich geätzt, so war immer nur ein schwacher Strom vorhanden, der öfter auf- als absteigend war und mit der Schliessungsdauer meist langsam zunahm. Waren endlich Nacken oder Steiss und Zehe zugleich geätzt, so zeigte sich ausnahmslos ein absteigender Strom von geringer oder mässiger Grösse, der mit der Schliessungsdauer wuchs. Durchschnitt ich, während die Zuleitungsröhren die geätzte Steisshaut und die geätzte Zehe berührten, die Unter- und Oberschenkelhaut oder nahm ich sie sogar fort, so war dies ohne Einfluss auf den bestehenden Strom; und ebenso konnte ich unbeschadet des Stromes nicht nur die Unter- und Oberschenkelhaut, sondern auch die Beckenhaut ganz entfernen, wenn ich zwischen dem geätzten Nacken und der geätzten Zehe geschlossen hatte.

Wie auf Grund der bereits bemerkten Erfüllung der geätzten Hautstellen mit Stromescurven die Ströme zwischen diesen Stellen des Genaueren zu erklären seien, darüber haben die nächstliegenden Versuche nicht sogleich bündige Auskunft gegeben, und ich habe den Gegenstand nicht weiter verfolgt. Worauf es hier ankam, war ausschliesslich das Thatsächliche, dass bei geätzten Hautstellen zwischen Nacken oder Steiss und Tarsus ein schwacher Hautstrom von öfter auf- als absteigender Richtung und zwischen Nacken oder Steiss und Zehe ein schwacher oder nur wenig stärkerer Hautstrom von stets absteigender Richtung bestand. Die algebraische Summe dieses Hautstromes nämlich und des Gesammtmuskelstromes musste der Strom vorstellen, welcher bei der Schliessung am unenthäuteten Frosche zwischen den betreffenden geätzten Hautstellen auftrat. War nun der letztere Strom dem Hautstrome gleich, so liess sich die Existenz des Muskelstromes am unenthäuteten Thiere auf unserem Wege nicht darthun; wich derselbe Strom aber vom Hautstrome regelmässig dem Gesammtmuskelstrome ent-

1) Ebenda S. 11; 13—14.

sprechend ab, so war damit der Muskelstrom auch am unenthäuteten Thiere nachgewiesen.

Der Möglichkeit, so zu einer Entscheidung zu gelangen, war jedoch noch eine Beschränkung auferlegt. Der aufsteigende Gesammtmuskelstrom des enthäuteten Frosches zwischen den oft erwähnten Ableitungsstellen schwankte bei meinen gewöhnlichen, schwach parelektronomischen Fröschen etwa zwischen 50 und 220^{sc}; und davon war, um den Gesammtmuskelstrom des unenthäuteten Frosches zu erhalten, der Zuwachsstrom in Abzug zu bringen, welcher oben in Folge des Fortfalles der Lymph-Nebenschliessung bei dem Enthäuten und Wiederbehäuten des Frosches sich gezeigt hatte (s. § 7). Der aufsteigende Gesammtmuskelstrom des unenthäuteten Frosches konnte danach nur ein schwacher Strom sein, der höchstens dann und wann c. 70^{sc} und gewöhnlich eine geringere Ablenkung bedingte. Es war dann aber von gleicher Ordnung mit ihm der Hautstrom, vornehmlich der zwischen Nacken oder Steiss und Zehe, weniger der im Allgemeinen schwächere zwischen Nacken oder Steiss und Tarsus; denn die Ergebnisse, welche an der auf das Thonlager gebrachten Froschhaut gewonnen waren, liessen, wenn auch wegen der ungleichen Widerstände nicht genau, so doch ohngefähr auf die Verhältnisse am Frosche selbst sich übertragen. Da nun Gesammtmuskelstrom und Hautstrom Beide schwache Ströme waren, deren Grösse aus verschiedenen und sich uns ganz entziehenden Gründen schwanken konnte, war auf gleiche oder ungleiche Intensitäten des Hautstromes und des Stromes am unenthäuteten Frosche wenig zu geben; und eine sichere Entscheidung der uns beschäftigenden Frage erschien nur dann möglich, wenn constante Verschiedenheiten in der Richtung der letzterwähnten Ströme sich herausstellten.

Gerade dies war aber in der Wirklichkeit der Fall. Am unenthäuteten Frosche traten nämlich zwischen dem geätzten Nacken oder Steiss und dem geätzten Tarsus fast immer schwache aufsteigende und nur höchst selten schwache absteigende Ströme auf. Ebenda zeigten sich ferner zwischen dem geätzten Nacken oder Steiss und der geätzten Zehe sowohl auf- wie absteigende Ströme und zwar so, dass die aufsteigende

Stromrichtung zwischen Steiss und Zehe die häufigere und zwischen Nacken und Zehe sogar die Regel war. Dagegen hatte der Hautstrom für die ersteren Fälle nur öfter auf- als absteigend und für die letzteren Fälle ausnahmslos absteigend sich ergeben. Es trat also oft deutlich in den ersteren Fällen und ganz zweifellos in den letzteren Fällen neben dem Hautstrome der aufsteigende Gesammtmuskelstrom hervor, der somit auch am unenthäuteten Frosche nachgewiesen war.

Blieb der unenthäutete Frosch längere Zeit im Kreise, so nahmen die aufsteigenden Ströme zwischen Nacken oder Steiss und Zehe bis Null ab, wurden absteigend und nahmen endlich in der neuen Richtung zu; alle anderen Ströme hingegen wuchsen von vornherein mit der Schliessungsdauer. Die Veränderungen der Hautströme, welche vorher an der Haut allein beobachtet waren (s. o. S. 567), wurden also auch hier am unenthäuteten Frosche sichtbar, und die schliessliche Umkehrung der aufsteigenden Stromrichtung zwischen Nacken oder Steiss und Zehe zeigte an, dass in dem Conflicte des Hautstromes und des Gesammtmuskelstromes der anfangs von dem Gesammtmuskelstrome überwundene Hautstrom, durch sein Wachsen mit der Schliessungsdauer, schliesslich doch den Sieg über den Gesammtmuskelstrom davongetragen hatte. Eine Veränderung des Gesammtmuskelstromes selbst mit der Schliessungsdauer anzunehmen, dazu gaben die Erfahrungen keinen Anlass.

Nur auf einer völligen Verkennung der Dinge beruhte, was Hermann Hierhergehöriges vorgebracht hat. Wenn Hermann am unenthäuteten Frosche anfangs keinen Strom beobachtete und später zwischen Rücken und Tarsus einen aufsteigenden und zwischen Rücken und Zehe einen absteigenden Strom auftreten und wachsen sah, so war dies einfach darin begründet, dass sein nicht genügend empfindlicher Multiplicator die Ströme am unenthäuteten Frosche erst dann ihm vorführte, wenn sie durch die mit der Schliessungsdauer erfolgenden Zuwächse ausreichend verstärkt waren. Hermann's Deutung aber, es rührten die auftretenden Ströme nur von der Anätzung der unter der Rücken- resp. Tarsalhaut gelegenen Muskeln her, liess sich,

ganz abgesehen davon, dass zwischen Nacken oder Steiss und Zehe so oft ein aufsteigender Strom vorhanden war, in mehrfacher Weise als nicht stichhaltig darthun. Es traten nämlich die Ströme mit ihren Veränderungen auch da ein, wo nicht die geringste Spur einer Durchätzung, nicht der leiseste weissliche Anflug an der über den Muskeln gelegenen Fascie zu bemerken war. Ferner zeigten sich die Veränderungen oft beträchtlich, wo keine oder nur eine sehr schwache, und unbeträchtlich, wo eine starke Anätzung der Muskeln schliesslich gefunden wurde. Endlich stellte sich durch besondere Versuche in Fällen, in welchen zwischen Nacken und Zehe ein aufsteigender Strom bestand und eine schwache Durchätzung statthatte, heraus, dass die Veränderungen nicht mit der Zeit nach der Hautätzung, wie es nach Hermann der Fall sein musste, sondern nur mit der Schliessungsdauer wuchsen: brachte ich die Thonspitzen mehrmals in grösseren Zeitabständen auf die geätzten Stellen, so wichen die Ströme nur wenig und in verschiedenem Sinne von einander ab, wie es durch die Fehler beim wiederholten Aufsetzen der Zuleitungsröhren verständlich war; während der Strom nicht nur regelmässig abnahm, sondern auch in absteigender Richtung eine ansehnliche Grösse erlangte, wenn die Zuleitungsröhren während einer ebenso langen Zeit unverrückt an ihrem Platze blieben [1]. Dass durch die Anätzung der unter der Haut gelegenen Muskeln die Ströme am unenthäuteten Frosche unter Umständen werden beeinflusst sein, ist nicht zu bezweifeln; aber erst weitere eingehende Untersuchungen an Stelle der Hermann'schen Behauptungen werden die wünschenswerthen Aufschlüsse liefern können. Selbst sogleich solche Untersuchungen ausführen zu müssen, habe ich mir erspart, indem ich die aufgeführten Ergebnisse, bei welchen es nöthig war, dadurch sicherte, dass ich sie sowohl bei schwach angeätzten wie auch bei nicht spurweise angeätzten Muskeln con-

1) So erklärte sich auch einfach, dass Hermann (Untersuchungen u. s. w. Drittes Heft S. 13) am unenthäuteten Frosche zwischen dem längst geätzten Rücken und dem frisch geätzten Tarsus dieselben Beobachtungen machte, wie sonst zwischen dem frisch geätzten Rücken und dem frisch geätzten Tarsus.

statirte; ich beugte dadurch zugleich dem entgegengesetzten Verdachte vor, dass die Ableitungsstellen etwa nicht genügend geätzt, die elektromotorischen Kräfte der Haut an jenen Stellen etwa nicht ausreichend beseitigt gewesen wären.

Bei den höchst schwach parelektronomischen Fröschen (s. o. S. 555) fand ich zwischen dem geätzten Nacken oder Steiss und der geätzten Zehe — den Tarsus habe ich hier als Ableitungsstelle nicht benutzt — ebenfalls auf- und absteigende Ströme, deren relative Häufigkeit von der gewöhnlichen nicht merklich abwich; nur das fiel mir auf, dass die absteigenden Ströme immer sehr schwach waren und die aufsteigenden Ströme manchmal grössere Ablenkungen (bis 100^{sc}) gaben, als ich je sonst beobachtet hatte. Bei den stark parelektronomischen Fröschen, welche enthäutet zwischen allen unseren Ableitungsstellen einen absteigenden Strom gaben, traten zwischen dem geätzten Nacken oder Steiss und dem geätzten Tarsus etwa gleich häufig auf- und absteigende Ströme, zwischen dem geätzten Nacken oder Steiss und der geätzten Zehe aber stets nur absteigende Ströme auf. Diese Erfahrungen zusammengehalten mit den bei den gewöhnlichen, schwach parelektronomischen Fröschen gewonnenen, besonders aber der regelmässig absteigende Strom zwischen Nacken oder Steiss und Zehe bei den stark parelektronomischen Fröschen und der fast immer aufsteigende Strom zwischen denselben Ableitungsstellen bei den schwach parelektronomischen Fröschen liessen sich als ein neuer Nachweis des Muskelstromes am unenthäuteten Frosche ansprechen, wenn ich nicht die Untersuchung der Hautströme bei den stark parelektronomischen Fröschen versäumt hätte und deshalb dem Einwande, dass bei diesen Fröschen auch die Hautströme nicht das gewöhnliche Verhalten darboten, freies Spiel lassen müsste. Doch kann ich hinzufügen, dass die Ströme an den eben betrachteten Fröschen mit der Schliessungsdauer gerade so sich veränderten wie die Ströme an den schwach parelektronomischen Fröschen: was die Bedeutung des Einwandes gewiss sehr herabsetzt.

Ich schlug endlich noch einen anderen Weg ein, welcher weniger umständlich zu dem erstrebten Ziele führte. Nach der

vorgewonnenen Einsicht war, wenn der aufsteigende Gesammtmuskelstrom des enthäuteten Frosches im Falle des unenthäuteten Frosches nicht gänzlich vom Galvanometer abgeblendet war, dies nur darin begründet, dass die Nebenschliessung zum Galvanometer, welche am letzteren Frosche die Lymphe in den Lymphsäcken abgab, nicht gut genug war; und eine künstliche Verbesserung der Lymph-Nebenschliessung ohne Beschädigung der Parelektronomie der Muskeln musste den durch das Galvanometer fliessenden Rest des Gesammtmuskelstromes des enthäuteten Frosches oder, wie dieser Rest schon oben immer kurz bezeichnet worden ist, den Gesammtmuskelstrom des unenthäuteten Frosches schwächen. Ich injicirte also an lympharmen vergifteten Fröschen, welche, mit geätztem Nacken und geätzter Zehe in den Galvanometerkreis aufgenommen, einen aufsteigenden Strom zeigten, mittelst der Pravaz'schen Spritze, deren Spitze ich etwa in der Mitte der oberen Fläche des Unterschenkels durch die Haut stach und unter der Haut quer bis zur inneren Fläche des Unterschenkels vorschob, — in Ermangelung von Lymphe, welche zur Zeit, als ich diese Versuche anstellte, nicht mehr in genügender Menge von den Fröschen sich gewinnen liess — frisches Froschblut-Serum oder 1%ige Kochsalzlösung in den Unterschenkel-Lymphsack und zwar die halbe oder die ganze Flüssigkeitsmenge, welche die Spritze fasste. Der Erfolg entsprach den Erwartungen. Einzelne Fälle nämlich ausgenommen, in welchen sich gar keine Veränderung des im Kreise vorhandenen Stromes constatiren liess, führte die Injection stets unmittelbar einen absteigenden Zuwachsstrom herbei, der den Spiegel bei den gewöhnlichen Fröschen um 10–25^{sc}, bei einem höchst schwach parelektronomischen Frosche einmal sogar um 40^{sc} ablenkte.

Die Parelektronomie der Muskeln war nicht beschädigt worden; denn einmal verstand sich die Unschädlichkeit der eingespritzten Flüssigkeiten bei der so ähnlichen Constitution der die Muskeln normal umspülenden Lymphe von selbst und war zum Ueberfluss durch den Versuch erhärtet[1]), zweitens

1) E. du Bois-Reymond Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. II. S. 63–4. — Derselbe. Beschreibung einiger Vorrichtun-

hätte die Beschädigung der Parelektronomie einen aufsteigenden Zuwachsstrom zur Folge gehabt. Auch war an ein Wachsen des absteigenden Hautstromes als Ursache des beobachteten Zuwachsstromes nicht zu denken; denn da der zwischen dem geätzten Nacken und der geätzten Zehe bestehende Hautstrom unabhängig erkannt worden war von dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein der Ober- und Unterschenkelhaut (s. o. S. 567), konnte nur in Folge der Widerstandsabnahme des Kreises der Hautstrom gleichmässig mit dem Gesammtmuskelstrome des unenthäuteten Frosches zunehmen, und das Wachsen des im Kreise vorhandenen aufsteigenden Stromes, dessen Richtung gerade deshalb vorzugsweise für die Versuche gewählt war, musste einen aufsteigenden Zuwachsstrom beobachten lassen. Nur die Schwächung des Gesammtmuskelstromes in Folge der für eine Strecke herbeigeführten Verbesserung der Lymph-Nebenschliessung blieb daher als Ursache des gefundenen absteigenden Zuwachsstromes übrig; und gerade aus dem Conflicte dieser Schwächung und der vorerschlossenen Verstärkung des im Kreise vorhandenen Stromes im Verein damit, dass der von vornherein kleine Gesammtmuskelstrom des unenthäuteten Frosches durch die so beschränkte Verbesserung der Lymph-Nebenschliessung doch nur einen Theil seiner Grösse einbüssen konnte, erklärte es sich sogleich weiter, dass der Zuwachsstrom manchmal nicht zum Vorschein gekommen und, wo er sich gezeigt hatte, nur klein gewesen war. Es war somit auch auf diesem Wege der Muskelstrom am unenthäuteten Frosche nachgewiesen.

Schon Hermann hatte „mannigfache ... nicht ätzende Flüssigkeiten in den Lymphsack des Unterschenkels injicirt" und dabei den meinigen widersprechende Resultate erhalten; denn „fast alle (Flüssigkeiten) ergaben sich als in gewissem Grade stromentwickelnd, selbst halbprocentige Kochsalzlösung" [1]), d. h., wenn wir aus der Angabe das Thatsächliche heraus-

---

gen u. s. w. Abhandlungen der physikalischen Klasse der Berliner Akademie v. J. 1862. S. 94—5.

1) Untersuchungen u. s. w. Drittes Heft. S. 42. Anm. — Vergl. ebenda S. 6—7; 53.

nehmen, die Einspritzung der Flüssigkeiten hatte fast immer einen aufsteigenden Zuwachsstrom zur Folge. Aber Hermann's Auffassung seiner betreffenden Versuche war eine falsche. Bei meinen vorbesprochenen Injectionsversuchen hatte die Kanüle der Pravaz'schen Spritze das durch die konische oder lanzenförmige Spitze derselben gebohrte Loch in der Haut völlig verstopft, und die ganze eingespritzte Flüssigkeit war in dem Lymphsacke verblieben. Führte ich hingegen die Spritze durch ein mit der Scheere gemachtes Loch in der Haut, welches die Kanüle nicht verschliessen konnte, oder kam einmal nach Einbohrung der lanzenförmigen Spitze ein guter Verschluss nicht zu Stande, so trat während und nach der Injection Flüssigkeit aus dem Lymphsacke aus und verbreitete sich an der Aussenfläche der Haut: alsdann kamen, entweder von vornherein oder nach Voraufgang eines kurzen absteigenden Zuwachsstromes, aufsteigende Zuwachsströme zur Beobachtung, gerade wie es nach den früheren Ermittelungen (s. o. S. 551—3) die äussere Ansammlung der Flüssigkeit mit sich brachte. Mit den letzteren Erfahrungen waren nun die Hermann'schen in Uebereinstimmung, um so mehr, als auch Hermann „oft zuerst einen absteigenden, und dann erst den aufsteigenden Strom“ hatte auftreten sehen[1]); und die Uebereinstimmung erschien nur natürlich, da Hermann, selbst auf die Folgen der aussen angesammelten Lymphe nie aufmerksam geworden, besondere Vorsichtsmassregeln zum Zwecke eines guten Gelingens der Injection nicht ergriffen, sondern einfach „durch eine vorher mit der Scheere gemachte kleine Hautwunde“[2]) injicirt hatte. Was Hermann gesehen hatte, waren danach aber gar nicht die Folgen der Flüssigkeits-Einspritzung, sondern die Folgen der

1) A. a. O. S. 53.

2) Diese Angabe findet sich a. a O. S. 40, wo Hermann die Versuche mit Luftinjection zum ersten Male anführt, und es ist noch hinzugefügt: „mittels einer fein ausgezogenen Glasröhre.“ S. 42 Anm heisst es dann als Zusatz zu jenen Versuchen: „ich (habe) auch . . . Flüssigkeiten . . . injicirt“; und weder hier noch S. 53, wo Hermann die Luft- und Flüssigkeits-Injectionen sogar zusammen bespricht, sind hinsichts der Methode der letzteren Injectionen weitere Bemerkungen gemacht.

äusseren Flüssigkeits-Ansammlung; wie denn auch von Hermann bei seinem Unvermögen, die schwachen Ströme zwischen den geätzten Ableitungsstellen am unenthäuteten Frosche wahrzunehmen (s. o. S. 563—4), gewiss noch viel weniger die schwächeren Zuwachsströme, welche die Folge der Injectionen waren, hätten beobachtet werden können.

Auch die Erfolge, welche Hermann mit der Injection von Luft in den Unterschenkel-Lymphsack zuweilen erzielt hatte (s. o. S. 534—5), erwiesen sich, wie im Anschlusse bemerkt sein mag, nur durch den Ausfluss der Lymphe bedingt. Trieb ich mittelst der Pravaz'schen Spritze, deren Kanüle das durch die Spitze gebohrte Loch in der Haut völlig verschloss, Luft in den Unterschenkel-Lymphsack, so hatte dies keinen Einfluss auf den im Kreise vorhandenen Strom, und dieser veränderte sich, auch wenn die Luft lange im Lymphsacke verblieb, immer nach der Injection nur ebenso mit der Schliessungsdauer, wie vor der Injection. Führte ich aber den Versuch in der Weise aus, dass ich mit der Scheere ein Loch in der Haut machte, welches die Kanüle nicht ausfüllen konnte, so waren die Ergebnisse der Art, wie Hermann sie angeführt hatte. Meist blieb jede Veränderung des bestehenden Stromes aus; und zwar war dies stets der Fall, wenn keine Lymphe ausfloss, — bei lympharmen Fröschen. Sonst entstand ein aufsteigender Zuwachsstrom entweder unmittelbar oder, wie es auch schon Hermann gesehen hatte[1]), nach einem absteigenden Zuwachsstrome: und in diesen Fällen — bei lymphreicheren Fröschen — strömte Lymphe aus der Hautöffnung und breitete sich zwischen Schenkel und Glasplatte aus. Hermann's erfolgreiche Versuche mit Luftinjection unterschieden sich also von unseren früheren Versuchen, bei welchen wir blos einen kleinen Einschnitt in die Haut gemacht hatten (s. o. S. 550), nur dadurch, dass durch die Luftinjection der Lymphausfluss beschleunigt war; und die zur Beobachtung kommenden Zuwachsströme hatten mit einer Einwirkung der Luft auf die Muskeln nicht das Mindeste zu schaffen.

1) A. a. O S. 53.

§ 9. du Bois-Reymond's Erfahrungen über den Einfluss einer leitenden Umhüllung auf die elektromotorische Wirksamkeit des Gastroknemius.

Mit jenen ersten Injectionsversuchen, welche, ausser dass sie den Muskelstrom am unenthäuteten Frosche nachwiesen, nebenbei noch die Wirkung der Lymph-Nebenschliessung sehr schön erläuterten, war die Untersuchung zu einem guten Abschlusse gelangt. Sie konnte allerdings noch eine grössere Tiefe gewinnen, wenn der Einfluss von Nebenschliessungen nach verschiedenen Richtungen hin durch Versuche an einzelnen Muskeln und Muskelpartieen des Frosches genauer verfolgt wurde. Aber obwohl mir dazu eine sehr gute Grundlage geboten war durch Erfahrungen, welche schon Hr. Professor du Bois-Reymond gemacht und mir freundlichst mitgetheilt hatte, bin ich nicht weiter vorgedrungen, weil die erworbene Einsicht nach meinem Ermessen bei dem zeitigen Stande der Dinge ausreichend war und der weiter zu erwartende Erfolg in gar keinem Verhältnisse zu stehen schien zu den grossen Schwierigkeiten, welche die mannigfache Gestalt der Muskeln, die verwickelte Anordnung derselben, die wechselnde Stärke ihrer Parelektronomie u. s. w. dem Fortschreiten entgegensetzten. Ich beschränke mich demgemäss darauf, die eben erwähnten Erfahrungen du Bois-Reymond's, welche Manches, was wir für die gegebenen sehr verwickelten Verhältnisse haben ermitteln müssen, unter einfacheren Bedingungen darthun, anzuführen und im Anschlusse einige früher gewonnene Versuchsergebnisse zu besprechen.

Hr. Professor du Bois-Reymond hat mir in einem Schreiben aus Eisenach, vom 13. August 1868, Folgendes mitgetheilt:

„Umhüllt man einen Gastroknemius mit Thon, der mit „einer 0,75 %igen Steinsalzlösung angeknetet ist, so dass Haupt- „und Achillessehne aus der Thonmasse hervorragen, so findet „man die elektromotorische Kraft zwischen diesen Punkten stets „in dem Sinne verändert, dass der Muskel weniger stark auf- „oder stärker absteigend wirkt. Ist der Muskel schwach par-

„elektronomisch, so ist die Folge der Umhüllung eine Vermin-„derung der aufsteigenden Kraft, die leicht mehr als die Hälfte „beträgt. Ist er stark parelektronomisch, aber noch bis zu einem „gewissen Grade aufsteigend wirksam, so wird die Kraft nicht „nur vermindert, sondern sogar umgekehrt, der umhüllte Mus-„kel wirkt absteigend. Geht die Parelektronomie so weit, dass „der Muskel schon ohne Hülle absteigend wirkt, so wird er „durch das Umhüllen noch stärker absteigend wirksam. Da „der Thon auf die Kraft des Achillesspiegels keinen entwickeln-„den Einfluss übt, so kann man die verschiedene Wirkung des „nämlichen Muskels mit und ohne Hülle viele Male nacheinan-„der in nahe gleicher Weise beobachten. Die Umhüllung wirkt „nicht gleich stark auf allen Punkten der Länge des Muskels, „sondern im Allgemeinen um so stärker, je näher der Achilles-„sehne."

„Die Erklärung dieser Erscheinungen ist folgende. Die „Umhüllung verbessert die Nebenschliessung, welche in Bezug „auf den Bussolkreis die Muskelmasse selber für die nach Art „einer Säule beziehlich auf- und absteigend wirksamen Sehnen-„spiegel, den Achilles- und den Kniespiegel, bildet. Diese Ver-„besserung der Nebenschliessung schwächt die aufsteigende „Kraft des Achillesspiegels mehr als die absteigende des Knie-„spiegels, weil für den Strom des Kniespiegels die Nebenschlies-„sung durch die Muskelmasse selber schon eine bessere ist, als „für den des Achillesspiegels, eine neuhinzukommende Neben-„schliessung aber einen gegebenen Stromzweig um so weniger „schwächt, je besser die schon vorhandene Nebenschliessung ist."

Zweierlei verdient bei diesen Erfahrungen noch besonders hervorgehoben zu werden. Sie zeigen erstens, wie durch die Nebenschliessungen zum Galvanometerkreise, welche für einen Muskel *in situ* die ihn umgebenden Gebilde vorstellen, die Wirkung des Muskels in jenem Kreise nicht nur der Grösse, sondern sogar der Richtung nach beeinflusst werden kann. Wenn man weiss, dass ein stark parelektronomischer Gastroknemius, der ausgeschnitten zwischen Haupt- und Achillessehne schwach aufsteigend wirkt, *in situ* vielleicht eine absteigende Compo-

nente zum Gesammtmuskelstrome beigetragen hat, wird man die elektromotorischen Erfolge an ganzen Gliedmassen gewiss nur mit der äussersten Vorsicht beurtheilen. Zweitens lehren die Erfahrungen unmittelbar, dass der im Inneren des Gastroknemius vergrabene Kniespiegel, hinsichts dessen beim Freilegen des Muskels von einer Entblössung nicht die Rede sein kann, doch schon elektromotorisch wirkt, so dass sogar sein Strom den des wirklich entblössten Achillesspiegels unter Umständen übertrifft.

Daraus, dass die Umhüllung nicht gleich stark auf allen Punkten der Länge des Muskels wirkt, erklärt es sich wahrscheinlich, dass, wenn nach der Vollführung des Längsschnittes durch die Unterschenkelhaut die Haut vom Gastroknemius auf einige Zeit abgehoben worden war, manchmal ein sehr schwacher aufsteigender Zuwachsstrom beobachtet wurde (s. o. S. 542). Ich habe mich nicht davon überzeugen können, dass bei dem Abheben Lymphe ausfloss, und ich möchte glauben, dass eine Verschiebung der Lymphe im Lymphsacke, durch welche die Umhüllung des Achillesspiegels verkleinert wurde, die Ursache des Zuwachsstromes gewesen ist.

Vielleicht auch könnte in ähnlicher Weise seine Erklärung finden der sehr schwache aufsteigende Zuwachsstrom, welcher da, wo überhaupt durch die Reposition der Gastroknemius- oder Triceps-Haut eine Veränderung eintrat, etwa ebenso häufig wie der absteigende Zuwachsstrom sich zeigte (s. o. S. 538), indem in der Falte, welche die zurückgeklappte Hautpartie mit der übrigen Haut bildete, Lymphe verblieben war und bei der Reposition ihre Lage veränderte. Doch bieten sich hier noch andere Möglichkeiten dar. Die Reposition konnte eine solche Verschiebung der ausgeflossenen und an der Aussenseite der Unter- oder Oberschenkelhaut angesammelten Lymphe mit sich bringen, dass der durch diese Lymphe bedingte absteigende Zuwachsstrom (s. o. S. 551—2) verkleinert wurde; auch konnte — und dies möchte ich für die Fälle in Anspruch nehmen, in welchen ich den aufsteigenden Zuwachsstrom längere Zeit wachsen sah — in Folge der Schnitte durch die Haut und in Folge des Zurückklappens etwas Hautsecret an die Innenfläche der

Haut gelangt sein und nach der Reposition der Haut die Parelektronomie der Muskeln allmählich zerstören.

§ 10. Schlussbemerkungen.

Die Untersuchung hat somit, wie im Eingange vorbemerkt wurde, in dem Gebiete, welches sie umfasste, nicht nur die von Hermann begangenen Irrthümer aufgedeckt, sondern auch die früher gewonnene Einsicht befestigt und erweitert. Hermann's Versuche haben sich theils in den Ergebnissen, theils in der Deutung falsch erwiesen, und keine seiner Behauptungen hat der Experimentalkritik Stand gehalten. Der Zuwachsstrom, welchen die mehr oder weniger vollständige Enthäutung des Frosches mit sich bringt, hat sich bedingt ergeben durch das Ausfliessen der zwischen der Haut und den Muskeln befindlichen Lymphe und zwar — genauer — wesentlich durch den Fortfall der Nebenschliessung zum Galvanometer, welche die Lymphe am unversehrten Frosche in Bezug auf die Ströme der Muskeln abgiebt. Eben dieser Nebenschliessung wegen wäre es gar nicht zu verwundern gewesen, wenn am unenthäuteten Frosche keine Spur vom Muskelstrome sich durch das Galvanometer kundgethan hätte; aber diese Möglichkeit traf in der Wirklichkeit nicht zu, und der Muskelstrom hat sich selbst am unenthäuteten Frosche, trotz der auch zwischen geätzten Hautstellen bestehenden Hautströme, in mehrfacher Art nachweisen lassen. Nicht minder, als die Existenz der elektrischen Gegensätze im Muskel, gehört danach ihre Präexistenz zu den durch den Versuch gesichertsten Thatsachen der Physiologie; und Hermann's unbegründeter Angriff hat nur eine Verstärkung der Beweise für dieselbe und ein vollkommeneres Verständniss der bei den Beweisen in Betracht kommenden Momente veranlasst, — Fortschritte, welche bei der wiederholten sorgfältigen Untersuchung so verwickelter Dinge nur natürlich sind, weil in der Zwischenzeit die Hülfsmittel der Untersuchung sich verbessert und die neu erworbenen oder auch blos mit tieferem Verständnisse aufgefassten Erfahrungen den Gesichtskreis erweitert haben.

„Was den Nervenstrom betrifft, so ist es freilich unmög-

lich, den unmittelbaren Beweis seines Daseins am lebenden unversehrten Thiere zu führen, wie dies . . für den Muskelstrom geschehen ist. Nicht einmal an einem unversehrten Nerven kann ja dieser Beweis geführt werden, wegen des Mangels eines dazu geeigneten natürlichen Querschnittes der Nerven. Doch würde es keinen Sinn haben, an dem Dasein des einen dieser beiden Ströme im unversehrten lebenden Körper zweifeln zu wollen, nachdem das des anderen erwiesen ist."[1]) So hat sich über die Präexistenz des Nervenstromes du Bois-Reymond 1860 ausgesprochen; und nur dasselbe würde heute zu sagen sein, wenn nicht Hermann, wiederum auf Grund der Wiederholung eines du Bois'schen Versuches, welchem aber bereits du Bois-Reymond selbst mit jener Aeusserung jede einschlägige Bedeutung abgesprochen hat, den Satz aufgestellt hätte, dass der Nervenstrom „nicht allein im unversehrten Organismus, sondern auch im ausgeschnittenen, aber noch mit seinen natürlichen Endigungen versehenen Nerven, nicht vorhanden" ist[2]). Darum habe ich noch hinzuzufügen, dass der Hermann'sche Satz falsch ist und auf einer rein willkürlichen Deutung der Versuche beruht.

Bei Gelegenheit der Untersuchung, ob auch die Centralgebilde des Nervensystemes mit einem Strome versehen seien, hat du Bois-Reymond den Querschnitt und weniger stark den dem Querschnitte benachbarten Längsschnitt des Opticus negativ gegen die Cornea des von den Augenmuskelresten befreiten Bulbus gefunden[3]). Ausserdem hat nun Hermann „bei Präparaten von grossen Fischen Opticuspunkte, die möglichst weit vom Querschnitt entfernt (waren), sich gegen den Bulbus völlig stromlos verhalten" sehen; wurde aber „das Auge eröffnet und entleert, am besten unter $^1/_2$-procentiger Kochsalzlösung, so (fand) sich das Innere des Bulbus stark negativ gegen mittlere Punkte des Opticuslängsschnitts."[4]) Damit will Hermann

1) E. du Bois-Reymond. Untersuchungen u. s. w. Bd II. Abth. II. S. 179.

2) L. Hermann. Untersuchungen u. s. w. Drittes Heft. S 25—7.

3) A. a. O. Bd. II. Abth. I. S. 256—7.

4) A. a O. S 26; 58 Anm. 2.

constatirt haben, „dass eine unzweifelhafte natürliche Nervenendigung, . . . die einzige wirklich geprüfte, sich stromlos gegen den Längsschnitt verhält"; und die Negativität des entleerten Bulbus gegen den Opticusstamm soll „jedenfalls vom Absterben der Retina, sei es durch Entblössung, sei es durch die nicht ganz zu vermeidende mechanische Läsion", herrühren [1]). Dies ist Alles, was Hermann beibringt; und man sieht sogleich, dass, was er über die Ursache der Negativität des Bulbus sagt, eine durch Nichts begründete Behauptung ist, der sich mit gleichem Rechte oder Unrechte eine beliebige andere Behauptung entgegensetzen liesse. Sind Hermann's Beobachtungen richtig, so ist die Negativität des „Inneren des Bulbus" vor der Entleerung des Bulbus allerdings nicht zu constatiren; aber dass sie erst durch die Entleerung entsteht, bleibt durchaus noch zu beweisen. Hermann ist daher auf Grund seiner Versuche höchstens zu dem Schlusse berechtigt gewesen, dass der Nervenstrom am ausgeschnittenen und mit seinen natürlichen Endigungen versehenen Nerven nicht nachweisbar sei, nicht aber zu dem anderen, dass er dort gar nicht vorhanden sei.

Ich habe Hermann für höchstens zu jenem Schlusse berechtigt erklärt, weil man nach den voraufgegangenen Ermittelungen sogar daran denken kann, auf Grund seiner Versuche die Existenz des Nervenstromes für den Nerven zu beweisen, für welchen er sie auf Grund derselben Versuche in Abrede stellte. Der Opticus mit dem Bulbus ist für Hermann ein Nerv mit einem natürlichen und einem künstlichen Querschnitte; aber, was Hermann nicht beachtet hat, der natürliche Querschnitt und seine Nachbarstrecke sind von einem umfangreichen unwirksamen Leiter umhüllt, während der künstliche Querschnitt und dessen Nachbarstrecke unmittelbar zugänglich sind. An solchem Nerven muss, wie die Anschauung ergiebt und auch du Bois-Reymond's Umhüllungsversuche am Gastroknemius (s. o. S. 576—7) darthun, die Kraft des natürlichen Querschnittes beträchtlich geschwächt erscheinen und desto stärker hervortreten, je mehr der umhüllende Leiter verkleinert wird. Gerade

1) A. a. O. S. 26; 58 Anm. 2.

dies aber, kann man dann sagen, haben die Versuche am Opticus mit Bulbus ergeben: bei unversehrtem Bulbus überwiege immer der freie künstliche Querschnitt des Nerven, und der natürliche Querschnitt komme erst dann zur Geltung, wenn durch Eröffnung und Entleerung des Bulbus die Nebenschliessung am natürlichen Querschnitte verschlechtert sei. Auf die Stromlosigkeit, welche Hermann unter Umständen bei den Versuchen beobachtete, ist natürlich Nichts zu geben, nachdem sich gezeigt hat, dass die Ströme, welche am unenthäuteten Frosche zwischen geätzten Ableitungsstellen bestehen, Hermann ganz entgangen sind (s. o. S. 563 ff.).

Doch will ich mit diesen Bemerkungen mehr die Willkür, mit welcher Hermann vorgegangen ist, augenfällig gemacht haben, als dass ich anderweitig besonderes Gewicht auf sie legte. Denn nach unserer Kenntniss vom Baue der Retina ist du Bois-Reymond gewiss im Rechte gewesen, als er die Retina nicht für einen geeigneten natürlichen Nervenquerschnitt ansah, d. h. für eine Endigung der Nervenfasern, analog — darauf kam es an — der Endigung der Muskelfasern an der Sehne, dem natürlichen Querschnitte des Muskels. Wenn Hermann (a. a. O.) sagt, dass es „natürlich für unsre Frage gleichgültig (ist), ob die Opticusfasern direct frei endigen, oder wie es wirklich der Fall ist erst in Ganglien und andere Zwischengebilde übergehen um doch endlich ihr physiologisches Ende in den Stäbchen zu finden“, so ist dies eine subjective Anschauung; und Hermann wird Nichts dawider haben können, dass Andere in dem so eigenthümlich gebauten und hinsichts seines elektromotorischen Verhaltens ganz unbekannten nervösen Endorgane der Opticusfasern eine unabsehbare Verwickelung für die Lösung der Frage an dieser Stelle erkennen. Ausserdem sind aber auch die strahlige Ausbreitung der Opticusfasern in der Retina und die Anordnung der Endgebilde in einer gekrümmten Fläche, endlich das Vorhandensein von Muskeln im Bulbus (deren elektromotorische Wirksamkeit du Bois-Reymond thatsächlich erwiesen hat) an und für sich ausreichende Umstände, um zuverlässige Ergebnisse hinsichts des Verhaltens des natürlichen Nervenquerschnittes aus den Versuchen am Opticus mit Bulbus

schwerlich gewinnen zu lassen. Ich habe deshalb selber solche Versuche nicht angestellt und muss es unentschieden lassen, welcher Werth meiner obigen Deutung der vorliegenden Versuchsergebnisse zukommt.

Es bleibt also hinsichts der Präexistenz des Nervenstromes durchaus beim Alten: sie ist allerdings nicht zu beweisen, aber sie ist auch, nachdem die Präexistenz des Muskelstromes erwiesen ist, sinniger Weise nicht zu bezweifeln, da nicht das Mindeste wider sie spricht.

Berlin, im September 1868.

Ueber den Bau der Acanthocephalen.

Von

ANTON SCHNEIDER.

Eine eingehendere Untersuchung hat, wie ich glaube, viele neue Aufschlüsse über den Bau der Acanthocephalen gewährt. Ich hoffe bald eine ausführliche, von zahlreichen Abbildungen begleitete Darstellung geben zu können, will aber schon jetzt einige wesentliche Resultate veröffentlichen.

Das Gefässsystem der Haut zerfällt in zwei vollständig von einander getrennte Abschnitte. Unmittelbar hinter dem Ansatz der Lemnisken schlägt sich nämlich die Cuticula nach innen und bildet so eine Scheidewand zwischen dem Kopf- und Körpertheil der Haut.

Der Körpertheil der Haut wird von zahlreichen radialen Fasern durchsetzt, welche wahrscheinlich Muskelfibrillen sind, deren Contraction die Strömungen in diesem Abschnitt des Gefässsystems unterhält.

Der Kopftheil der Haut entbehrt dieser radialen Fasern. Die sehr lebhaften Ströme in diesem Abschnitte werden durch die Contractionen der äussern Muskelschicht der Lemnisken hervorgebracht. Die Gefässe der Lemnisken münden bei ihrem Austritt in die Haut in einen unmittelbar vor der erwähnten Scheidewand gelegenen Cirkelcanal, von welchem dann die netzförmig verbundenen Canäle des Kopftheils ausgehen. An den durchsichtigen Species erkennt man, dass die Ströme des Kopfes

und der Lemnisken unabhängig von denen des Körpers sind und dass die im Kopftheil circulirende Flüssigkeit sich durch Farbe und Gestalt der darin suspendirten Körnchen von der des Körpers unterscheidet.

Die Muskelzellen haben die Gestalt von Platten, in welchen die contractile Substanz als ein Netzwerk von Cylindern vertheilt ist. Die fibrilläre Substanz bildet die Rindenschicht der Cylinder, während der Hohlraum von einer Flüssigkeit erfüllt wird. Die fibrilläre Substanz ist in polyedrischen Prismen angeordnet. Sehr zahlreiche Querbalken durchsetzen die Cylinder. Die Maschen des Netzes werden von einer fast homogenen Substanz erfüllt, welche man, da sie auch die Nerven umgiebt, als Neuro-Sarcolemma bezeichnen kann.

Die Muskelschicht des Leibes besteht aus einer innern Längs- und äussern Querfaserschicht, welche sich in einzelne theils mehr-, theils einkernige Zellen zerlegen lässt.

Ich werde zeigen, wie bei Echinorhynchus Gigas die Leibesmuskulatur aus den einzelnen Zellen aufgebaut ist.

Die Längsschicht lässt sich in 5 auf einander folgende, den Leib vollständig umschliessende Zonen zerlegen.

Die vorderste Zone (I) beginnt an der dritten Reihe der Rüsselstachel und reicht bis zum Ansatzpunkt der Lemnisken. Sie besteht aus einer einzigen ringförmigen Zelle. Diese Zelle zerfällt in zwei gleiche hinter einander liegende Theile; der vordere enthält ausnahmsweise Querfasern, der hintere Längsfasern. Diese Zelle besitzt vier symmetrisch gestellte Kerne, zwei auf der Rücken-, zwei auf der Bauchseite. Am Hinterrand lateral, ist die Zelle bogenförmig ausgeschnitten. Die Muskulatur enthält dadurch ein Loch für den Durchtritt der Lemniscuswurzel und eines später zu erwähnenden Nervenstranges.

Die folgende Zone II besteht aus zwei Zellen, die in der dorsalen und ventralen Linie aneinander stossen. Jede enthält einen Kern, der dem Hinterrande nahe und dicht an der Linie, die ich als d o r s a l e dauernd bezeichnen werde, liegt.

Die Zone III ist etwa doppelt so lang als die Zone II und besteht aus 4 Zellen: 2 grössere, welche je den halben Leibes-

umfang einnehmen und durch die Medianlinien begrenzt werden. Sie enthalten je einen Kern, der lateral ungefähr in der Mitte ihrer Länge liegt. Die vordere Begrenzungslinie dieser Zellen ist gerade in der Richtung eines Parallelkreises. Die hintere Begrenzungslinie ist lateral und dorsal, ungefähr in einem Drittel der Breite, bogenförmig ausgeschnitten. Die beiden so entstehenden Räume werden von der 3. und 4. Zelle dieser Zone erfüllt. Diese beiden Zellen enthalten je einen Kern, der lateral dem hintern Rande genähert liegt. Die Zone III ist ausserdem am Hinterrande lateral länglich bogenförmig ausgeschnitten. In diesem Ausschnitt kommt die Quermuskelschicht theilweise frei zu liegen, auch setzen sich daran, wie wir sehen werden, die grossen seitlichen Nervenstränge an.

Die Zone IV ist bedeutend länger als die vorher genannten, etwa 4^{mm}. Sie besteht aus 8 Zellen; 2 lateralen, sehr schmalen; 2 ventralen, die einerseits an die ventrale Medianlinien, andererseits an die der Lateralzellen stossen; 4 dorsalen, die durch die dorsale Medianlinie und 2 dorsale Submedianlinien begrenzt werden. Jede dieser 8 Zellen hat einen Kern, von denen die der lateralen Zellen nahe dem Vorderrande, die der übrigen etwas weiter zurück nahezu in gleicher Linie liegen.

Die Zone V besteht aus 8 Zellen, die vollständig angeordnet sind, wie in Zone IV. Das Vorderende dieser Zone wird ungefähr durch die Ansatzpunkte der grossen Retractoren bezeichnet, das Hinterende liegt am Schwanzende. Die Zellen erreichen also bei grossen Exemplaren eine Länge von über einen Fuss, dürften also wohl die längsten sein, die bis jetzt im Thierreich gefunden sind. Jede dieser Zellen enthält nur einen Kern. Sie stehen unregelmässig und sind deshalb schwer zu finden.

Bei männlichen Exemplaren laufen die Zellen am Schwanzende in 8 verschieden geformte Spitzen aus, so dass dort die Zellgrenzen sehr deutlich hervortreten.

Gehen wir nun zur Quermuskelschicht. Auch diese lässt sich in einzelne Zonen zerlegen, es sind aber nur deren vier

vorhanden, welche je aus einer ringförmig geschlossenen Zelle bestehen.

Die Zone I liegt mit ihrem Vorderrand an der Stelle, wo der quer gefaserte Theil der Zone I der Längsmuskelschicht aufhört. Sie ist lateral, mit einem breiten elliptischen Spalt versehen für den Durchtritt eines Nervenstranges, der zu einer unmittelbar darüber in der äussern Haut lagernden Papille führt. Sie enthält zwei Kerne, die dorsal dicht neben den beiden genannten Spalten liegen.

Die Zone II besitzt zwei Kerne, die unmittelbar nebeneinander an der ventralen Medianlinie liegen. An ihrem Vorderrande ist diese Zone ausgeschnitten für den Durchtritt der Wurzel des Lemniscus.

Die Zone III besitzt zwei dicht bei einander dorsal liegende Kerne. Ausserdem zeichnet sich diese Zone dadurch aus, dass daran dorsal und ventral, je ein paar Muskelstränge entspringen, die schief nach innen über die Längsmuskeln verlaufen, von denen die ventralen sich in der Gegend ansetzen, wo die lateralen Hauptnervenstränge auf die Leibesmuskulatur übergehen, während die dorsalen in einer nachher zu beschreibenden Weise als Quermuskeln an den Musculus compressor Lemnisci treten.

Die Zonen II und III der Quermuskeln liegen genau über der Zone II der Längsmuskeln.

Die Zone IV umfasst nun die übrige Quermuskulatur; sie bildet ein Netz, welches also den bei weitem grössten Theil des Leibes ununterbrochen überzieht. Diese Zone enthält sehr viele Kerne. Zuerst zwei laterale Kerne, welche fast dicht über den vorderen Kernen der Zone III der Längsmuskulatur liegen.

Sollte ich nun die Lage der Kerne an der Quermuskulatur von Echynorhynchus Gigas weiter und allein beschreiben, so muss ich fast befürchten, dass man dieser Beschreibung nicht Glauben schenken würde, so merkwürdig verhält sich dieselbe. Ich muss von andern ausgehen, bei denen die Verhältnisse einfacher sind.

Bei Echinorhynchus angustatus z. B. besitzt die Quermus-

kulatur viele Kerne, welche auf den Cylindern unregelmässig zerstreut sind. Die Längsmuskeln bilden eine ununterbrochene Schicht, welche die Quermuskeln dicht bedeckt.

Nehmen wir als ein zweites Beispiel E. strumosus. Dort bildet die Längsmuskulatur ein sehr weitmaschiges Netz, dessen Zellen übrigens sehr ähnlich wie bei E. Gigas geordnet sind. Die Kerne der Quermuskelschicht stehen aber in zwei breiten lateralen Bändern und zwar dicht bei einander. Die laterale Fläche wird von der sehr zarten lateralen Längsmuskelzelle nur zum geringsten Theil bedeckt. Die Kerne, welche in beutelartigen Auftreibungen der Muskelcylinder liegen, quellen an dem unbedeckten Theil und zwischen den zahlreichen Fortsätzen der lateralen Längsmuskeln überall hervor und geben so den Anschein, als ob die Seitenflächen von einem Epithel bedeckt sind.

Kehren wir nun zu E. Gigas zurück. Dort stossen die lateralen Längsmuskeln mit den anliegenden dorsalen und ventralen Längsmuskeln dicht an einander. Allein indem sie sich nur mit gewissen, sehr regelmässig aufeinander folgenden kleinen Höckern berühren, bilden sich längs des lateralen Längsmuskels eine Reihe — auf jeder Seite des Körpers also zwei Reihen länglicher Spalten. Durch diese Spalten treten beutelförmige Auftreibungen der Quermuskeln, welche die Kerne enthalten, hindurch und liegen also frei auf der Fläche der Leibeshöhle. Allein nicht genug. Diese Beutel wuchern, es bildet sich also jederseits eine Kernschnur aus vielen — etwa 4—5 — neben einander liegenden Kernen, und, um noch deutlicher zu sein, diese Kernschnur deckt vollkommen den lateralen Muskel [1]).

Sämmtliche Beutel, welche die Kernschnur bilden, sind hohl, sie communiciren unter einander und mit dem Hohlraum der Quermuskeln und enthalten dieselbe Flüssigkeit, welche den Hohlraum der Muskelcylinder erfüllt.

1) Die Lage der Kernschnur findet sich in dem Querschnitt eines E. Gigas angegeben bei Cloquet, Anatomie des vers intestinaux. Taf. VI. Fig. 13.

Diese Kernschnur erstreckt sich vom Schwanzende bis vorn an das Ende der dritten Zone. Allein dort hört sie nicht auf, sie sendet jederseits dorsal einen queren, in einen sanften Bogen nach vorn aufsteigenden Ausläufer, der nahe an der Medianlinie endet. Dieser quere Ausläufer verhält sich genau wie der Hauptstamm, da beim Zusammenstossen der dritten und vierten Zone der Längsmuskeln hinreichende Zwischenräume bleiben, um die Beutel aus der Quermuskelschicht hervortreten zu lassen.

Es ist aber noch in anderer Weise als durch dieses cavernöse System für eine ausgiebige Communication der Quermuskelflüssigkeit gesorgt.

In den dorsalen und ventralen Medianlinien läuft zwischen der Quer- und Längsmuskelschicht ein weites Gefäss, welches vorn etwas hinter der Kernschnur beginnt. Dieses Gefäss communicirt mit den Quermuskeln durch zahlreiche kurze, aber weite Canäle [1]).

Auch für die Längsmuskeln ist eine solche eigenthümliche Canalisation vorhanden; auf den Muskeln der Zone V laufen nämlich nahe zu beiden Seiten der Kernschnüre je ein, im Ganzen also vier sehr weite und dünnwandige Canäle, die aber, wie sich deutlich verfolgen lässt, aus keinem neuen Gewebe bestehen, sondern nur erweiterte Muskelcylinder mit sehr dünnen Wänden sind.

Obgleich also wegen der netzförmigen Verbindungen die Muskelflüssigkeit durch die grossen Muskelzellen hinreichend circuliren kann, ist doch in den Längscanälen noch eine zweite Strombahn geschaffen. Es lässt sich nicht leugnen, dass diese beiden Bahnen eine gewisse Aehnlichkeit mit einem arteriellen und venösen System darbieten, indem die Wände der einen stark contractil, die andern gar nicht — wie allem Anschein nach das System der Kernschnur — oder sehr wenig contractil, wie die andern Längsgefässe sind. Vielleicht bieten diese nicht contractilen Theile der Muskeln eine Aehnlichkeit

1) Diesen Canal siehe ebenfalls bei Cloquet l. c.

mit den beutelförmigen Anhängen der Muskelzellen der Nematoden dar.

Ausser diesen Muskeln der Leibeswand sind noch zahlreiche Muskeln vorhanden, welche sich nur mit ihren Enden an der Leibeswand inseriren.

Dahin gehört der Compressor Leminisci, welcher allen Acanthocephalen zukommt. Derselbe hat die Gestalt des Mantels eines abgestumpften Kegels. Mit seinem Vorderende inserirt er sich dicht hinter den Wurzeln der Lemniscen, mit seinem Hinterende weiter hinten, speciell bei E. Gigas auf der dorsalen Fläche so, dass die spitzen Ausläufer seiner Muskelcylinder sich noch zwischen den queren Ausläufer der Kernschnur und die Längsmuskulatur einschieben, auf der ventralen Seite ungefähr in einer entsprechenden Linie. Dieser Kegelmantel ist entweder z. B. bei E. angustatus vollständig geschlossen oder er zerfällt z. B. bei E. Gigas in einen rechten und linken Theil, deren jeder eine Zelle mit einem Kerne darstellt. An seinem Hinterrande ist der Muskel lateral, tief bogenförmig ausgeschnitten. Es ist an der oft erwähnten Stelle, wo sich die sogenannten Retinacula, die seitlichen Nervenstränge ansetzen. Vor diesem Ausschnitt beginnt bei E. Gigas ein querer Muskelcylinder, welcher der innern Fläche des Compressor aufliegend, sich nach der dorsalen Medianlinie begiebt, dort sich nach vorn wendet und auf die Längsmuskulatur tretend, durch eine Oeffnung mit der Quermuskulatur verbindet. Wir haben diese Stelle bereits oben bei Zone III der Quermuskelschicht angegeben.

Dieser Kegelmantel giebt nun die muskulöse Hülle der Lemniscen ab. Und zwar geschieht dies nach zwei Modificationen. Entweder liegt der Lemniscus in der Fläche des Mantels, indem der letztere nämlich in der lateralen Linie zu 2 Blättern auseinander tritt, zwischen welche dann von vorn her der Lemniscus hineingewachsen ist. So bei E. häruca, angustatus u. a. Oder der Lemniscus stülpt sich von aussen her in den Compressor und nimmt, indem er frei über die Fläche desselben nach innen tritt, einen muskulösen Ueberzug mit in der Weise, wie man sich wohl die serösen Hüllen gewisser Organe

gebildet denkt. Dies ist z. B. bei E. sphärocephalus, Gigas, tuberosus und andern der Fall.

Zu den nur an ihren Enden in die Leibeswand sich inserirenden Muskeln gehört ferner der Retractor proboscidis. Er entspringt in der Rüsselspitze, durchbohrt, indem er sehr dünn wird, den Rüsselsack und inserirt sich an der Leibeswand. Bei E. Gigas durchbohrt der dorsale Retractor an einer Stelle den innern Rüsselsack und spaltet sich dann in zwei Bündel, welche sich getrennt inseriren, während der ventrale Retractor an zwei Stellen den innern Rüsselsack durchbohrt, allein indem sich die beiden Bündel vereinigen, als ein einfacher Muskel sich inserirt.

Der Rüsselsack bietet in seinem Bau mannichfache Modificationen dar. Wir wollen ihn nur von E. Gigas beschreiben, wo sein Bau, so weit mir bekannt, am höchsten ausgebildet ist. Der Rüsselsack besteht immer aus zwei Schichten, welche gewöhnlich nahezu gleich gebaut sind. Bei E. Gigas sind sie aber ganz verschieden. Die äussere Schicht besteht aus einem Gewebe, welches, abgesehen von seiner sackförmigen Gestalt, ganz wie die Muskelplatten beschaffen ist. Ausser den vielen kleineren Maschen besitzt er aber vier grössere längliche ovale Oeffnungen: zwei gleiche, seitliche, von der grössten Länge, eine dorsale kleinere und eine ventrale von etwa der Grösse der seitlichen.

Der innere Rüsselsack besteht aus Muskelgewebe von verschiedener Textur. Denken wir uns zuerst einen vollständig geschlossenen länglichen Sack, dessen ventrale Seite aber vorn auf etwa $^2/_3$ der Länge ausgeschnitten ist. Das übrig bleibende Stück ist von quer laufenden Fibrillen dicht erfüllt. Zwar besitzt es ebenfalls die gewöhnlichen Maschen, allein sie sind so ausnehmend fein, dass sie nur als dünne, mit dem gewöhnlichen Sarcolemma ausgefüllte Canäle erscheinen. Das ausgeschnittene Stück ist mit einer Muskelplatte von der gewöhnlichen Textur bedeckt, welche die Umrisse eines Köchers besitzt, d. h. vorn breit, nach hinten spitz werdend, aber mit einer zierlich abgerundeten Verbreiterung endigend. Diese Platte ist von einem Loche durchbohrt, durch welche ein Nervenstrang hindurchtritt, während der

andere sackförmige Theil die Durchbohrungen für den dorsalen Retractor und die beiden seitlichen Nervenstämme enthält. Die beiden Wurzeln des ventralen Retractors durchbohren die Muskeln des Rüsselsacks nicht, sondern sie treten in der Naht zwischen der Muskelplatte und dem andern Theile des Sackes hindurch. Es versteht sich aber, dass dieser innere Rüsselsack durch die ihn dick überziehende und die Durchbohrungen und Nähte ausfüllende Sarcolemmaschicht vollständig geschlossen ist.

Der innere Rüsselsack wird nach vorn durch einen festen hornartigen Ring vervollständigt, welcher sich an die Leibeswand ansetzt. Allein die Insertion des Ringes erfolgt erst hinter der dritten Hakenreihe, die Insertion des zweiten Rüsselsacks liegt hinter der sechsten — letzten — Hakenreihe. Der äussere Rüsselsack ist nicht geschlossen, sondern communicirt durch die grossen Oeffnungen mit der Leibeshöhle. Es kann deshalb die Aus- und Einstülpung des Rüssels durch Contraction und Relaxation des Rüsselsacks nur für die vordern drei Hakenreihen stattfinden. Bei andern Species ist dies Verhältniss allerdings ein anderes.

Ueber die Geschlechtsorgane will ich mich nur auf wenige Mittheilungen beschränken, die besonders den Zweck haben, das Verständniss des Nervensystems zu erleichtern.

Der Ausführungsgang des männlichen Organs besteht aus einem von Ringmuskeln gebildeten Rohre der männlichen Scheide, welches zwei vollkommen getrennte kleinere Canäle einschliesst. Jeder dieser Canäle ist von zwei Muskelplatten gebildet, welche ungefähr wie die beiden Schaalen einer Schote gestaltet und an einander gefügt sind. Diese beiden Schoten sind in der dorsoventralen Ebene des Rohres eingefügt. Natürlich füllen sie das Rohr nicht aus, sondern lassen freie Räume übrig. Nach hinten münden sie in eine muskulöse Spitze, die man als Penis betrachten kann. In den einen dieser kleineren Canäle oder Schoten münden die Hoden, in den andern wahrscheinlich die Kittdrüsen. Die Kittdrüsen oder Zellen — bei E. Gigas in der Zahl von 8 — liegen eng mit den Ausführungsgängen der Hoden verwachsen als nierenförmige Körper

nah vor der männlichen Scheide, sie senden aber dünne Ausläufer, welche jederseits zu vier in die freien Räume eintreten, die, wie wir sahen, in dem Lumen der männlichen Scheide übrig bleiben. Eine Erfüllung des Kittdrüsenganges mit Kitt habe ich nie gesehen, wohl aber, dass von den Ausläufern der Kittzellen Fortsätze in die Maschen der Muskelhaut des Kittganges eintreten, welche wahrscheinlich bestimmt sind, den Inhalt der Kittzellen zu entleeren.

Das Hinterende der männlichen Scheide, der kleine kegelförmige Penis, liegt im Ruhezustand ziemlich weit vom Schwanzende entfernt. Es mündet zunächst in einen weiten unregelmässig gefalteten Canal, der von einer Einstülpung der Hautschicht gebildet wird. Dieser Canal kann nach aussen umgestülpt werden und stellt dann die sogenannte Bursa vor. Es geschieht dies durch zwei starke Retractoren, welche seitlich und von der Schwanzspitze zur Scheide ausgespannt sind.

Allein die Bursa wird nicht bloss von einer Hautduplicatur gebildet, sondern sie enthält auch in ihrem Innern einen mächtigen Muskel. Derselbe hat die Gestalt eines am Scheitel durchbohrten Helmes, welcher auf dem Vorderende des Bursacanals aufsitzt. Er ist nur im Umkreis seiner vordern Oeffnung angewachsen, sonst vollkommen frei.

Wird nun die Bursa ausgestülpt, so muss der helmförmige Muskel nach hinten treten und gelangt so zur Ausfüllung der Höhlung der Bursawand.

Gehen wir nun zum Bau des Nervensystems über. Ich werde nur E. Gigas in Betracht ziehen, da diese Species allein zu einer eingehenden Untersuchung sich eignet. Das grosse Hirnganglion liegt bekanntlich in dem innern Rüsselsack zwischen den grossen Retractoren. Wir wollen indess für jetzt uns nicht mit demselben beschäftigen, sondern nur mit den peripherischen Theilen. Von der vordern Spitze des Ganglion geht zunächst ein zwischen den Retractoren verlaufender Nervenstrang nach vorn zur Rüsselspitze. Er enthält Fasern, welche direct in der Rüsselspitze enden — wahrscheinlich sensible — und zwei Fasern, die sich unter der äussern Schicht der Rüsselspitze in je zwei und dann in viele feinere Aeste spalten,

die wahrscheinlich motorisch und für die grossen Retractoren bestimmt sind.

Wir haben oben die Platte beschrieben, welche einen Theil des innern Rüsselsacks bildet. Durch die mittlere Oeffnung desselben treten zwei Nervenfasern hervor, welche sich schief nach oben und aussen wenden; sie verbinden sich mit einem Nervenbündel, welches jederseits am Rande der Platte heraustritt. Dieses grosse Nervenbündel läuft nach vorn, giebt Aeste an den äussern Rüsselsack, tritt dann theils in die lateral dicht hinter der letzten Stachelreihe gelegenen Papillen, theils versorgt es die Muskeln der ersten und vielleicht auch der zweiten Zone.

Endlich geht von dem Hirnganglion seitlich und hinten jederseits das stärkste Bündel ab. Nachdem es den innern Rüsselsack durchbohrt hat, wird es von einem Muskelrohre umhüllt, welches im wesentlichen wie die übrigen Muskelplatten gebaut ist. Der so gebildete Strang, den man gewöhnlich als Retinaculum bezeichnet, läuft nach hinten, setzt sich aber bald seitlich an die Leibeswand, und zwar an den Vorderraud der vierten Längsmuskelzone. Nach seinem Ansatz endet das Muskelrohr, die Nerven beginnen aber sich zu vertheilen. Ein Theil wendet sich nach vorn, die Muskeln der dritten und zweiten Zone zu versorgen. Ein anderer Theil wendet sich dorsal auf den Compressor Leminisci, geht dicht an den Hinterrand, versorgt dabei den Compressor selbst, aber auch die dorsalen Muskel der Zone III. Ein dritter Theil der Fasern, und dies ist der Hauptstamm, läuft weiter rückwärts, er tritt unter die seitliche Kernschnur, aber nach innen von der Längsmuskelschicht und lässt sich direct bis an das Schwanzende verfolgen. In diesem ganzen langen Laufe giebt er nur einmal einen queren rechtwinklig abgehenden Ast in der Nähe des hintern Insertionspunktes der grossen Retractoren ab. Die Nervenfasern theilen sich aber wiederholt unter spitzen Winkeln und andererseits endigen auch wieder Fasern, so dass die Zahl derselben immer ungefähr dieselbe und zwar 5 beträgt.

Am Hinterende angelangt, unterscheidet sich das Verhalten

dieser seitlichen Nervenstämme bei beiden Geschlechtern sehr wesentlich.

Am einfachsten ist es beim Weibchen. Der Nervenstamm theilt sich kurz vor der Schwanzspitze unter einem spitzen Winkel. Einige Fasern wenden sich dorsal und enden nach mehrfachen Verästelungen als zarte Spitzen an den Muskeln. Andere Fasern, und zwar jederseits zwei, wenden sich ventralwärts und bilden Anschwellungen, die sich aber bei beiden Fasern etwas verschieden verhalten.

Die eine Anschwellung liegt dicht an der Medianlinie, und es berühren sich die von rechts und links kommenden, als ob sie eine Anastomose bilden wollten, ohne dass jedoch eine Verschmelzung eintritt. Diese Anschwellung ist die grössere, sie scheint aber wegen ihrer mit Runzeln und Löchern bedeckten Fläche fast verkümmert zu sein. Die andere Anschwellung liegt lateralwärts von der andern, sie ist länglich, von körnigem Inhalt und giebt einige kurze Aeste ab. Beide Anschwellungen enthalten übrigens keinen Kern.

Viel complicirter ist dieser Theil des Nervensystems beim Männchen. Auch dort theilen sich die lateralen Stämme in zwei spitzwinklig auseinander gehende Aeste. Sowohl von dem dorsalwärts, als von dem ventralwärts verlaufenden Aste endigen einige Fasern oder deren Aeste frei auf den Muskeln. Die ventralwärts verlaufenden bilden kurz hinter einander zwei auf der Bauchfläche anliegende Anastomosen. Es nähern sich in jeder Anastomose eine Faser der rechten und linken Seite, beide schwellen an und verbinden sich durch eine schmale Brücke.

Aber ein anderer Theil dieser sämmtlichen Fasern des lateralen Stammes bildet nun einen sehr complicirten Plexus, indem die Fasern sich vereinigen, und schliesslich geht ganz am Schwanz lateral und bedeckt von den grossen seitlichen Retractoren der Scheide eine Art kernloses Ganglion hervor, von welchem zwei starke Nervenfasern entspringen, die frei durch die Leibeshöhle nach vorn an das Hinterende der Scheide treten, da wo der Helmmuskel sich ansetzt. Dort schwellen sie zu kernhaltigen Ganglienkugeln an. Es treten noch eine

grosse Zahl anderer Ganglienkugeln hinzu und so entsteht jederseits ein grosser Nervenknoten. Die beiden Knoten verbinden sich und zwar auf der Bauchseite durch eine aus mehreren Fasern bestehende Anastomose. Sowohl von den Nervenknoten, als von der Anastomose entspringen nun zahlreiche Nerven. Von dem Knoten laufen Fasern rückwärts an die Bursa, welche sich theils direct mit dem Hautgewebe vereinigen, theils in besondere Papillen endigen. Von dem Knoten vorwärts verlaufen Fasern an die Scheide, welche hauptsächlich für Muskelzüge bestimmt sind, die sich von der Leibeswand nach der Scheide herüber schlagen. Endlich treten auch Fasern als Aeste der Anastomose nach vorn an die Scheide.

Nach der oben gegebenen Beschreibung der sehr complicirten Zusammensetzung des männlichen Begattungsapparates wird es begreiflich, warum für die Männchen ein neues Centrum des Nervensystems geschaffen ist. Auffallend bleibt es aber, dass diese Specialganglien an Grösse und Zahl der Zellen das Hirnganglion erreichen.

Was nun den Bau der Nervenfasern anlangt, so ist derselbe nicht durchweg gleich. In den grossen Lateralstämmen sind es cylindrische Röhren, deren Wand aus einer homogenen, das Licht etwas stärker brechenden Substanz besteht, während die Höhle von einer Flüssigkeit erfüllt zu sein scheint. An anderen Stellen sind die Nerven feinstreifig, fast fibrillär, und wieder an andern körnig. Die Nerven verlaufen, wie sich schon aus der Beschreibung ergiebt, meist innerhalb des von uns Sarcolemma genannten Gewebes. Dasselbe Gewebe umgiebt aber auch die Nerven, wenn sie frei durch die Leibeshöhle sich erstrecken und man kann es deshalb wohl als Neuro-Sarcolemma bezeichnen.

An der Zone II und III der Längsmuskelschicht lässt sich die Verbreitung der Nerven und ihre Endigung auf den Muskeln deutlich sehen.

Was den gröberen Verlauf betrifft, so ergiebt sich, dass jede Zelle von mehreren Nerven und mehrere Zellen wieder von denselben Nerven versorgt werden, so dass alle Combinationen der Wirkungen verschiedener Zellen möglich werden.

Die Fasern werden, sowie sie auf die Muskelzelle treten, ganz glatt und laufen lange Strecken darüber weg. Dabei geben sie in kurzen Zwischenräumen zu beiden Seiten längere zum Verlauf der Hauptfaser etwa senkrechte Aeste ab, welche theils breit oder mit feinen Spitzen auf den Fibrillen endigen, auch selbst erst wieder in kleinere Aeste zerfallen können. Diese letzten, übrigens durch nichts ausgezeichneten Enden begeben sich sehr häufig an die Maschen des Netzes, um sich dort an die fibrilläre Schicht anzusetzen.

Beobachtungen an curarisirten Fröschen.

Von

F. Bidder
in Dorpat.

---

1. Am 7. März d. J. vergiftete ich einen weiblichen Frosch zu einem Vorlesungsversuch, indem ich demselben mittelst einer calibrirten Pipette 0,1 Ccm. einer 1 $^0/_0$igen Curarelösung durch eine in der Nähe der Steissbeinspitze angelegte kleine Hautwunde in den grossen dorsalen Lymphraum injicirte. Das Thier, von 50 Grm. Körpergewicht, war seit dem September vor. J. bei einer Zimmertemperatur von 12—15° C. in alle zwei Tage erneuertem Wasser gehalten worden; es hatte also sechs Monate hindurch gehungert, da die Frösche in der Gefangenschaft bekanntlich von freien Stücken keine Nahrung aufnehmen, auch mit Ausnahme der organischen Substanzen, die in dem ihm dargebotenen Flusswasser etwa enthalten waren, kein Nahrungsstoff ihm zur Verfügung gestanden hatte. Von dem Gifte, von welchem nach wiederholten Proben schon $^1/_{50}$ Milligrm.[1]) ge-

1) Die Wirksamkeit des aus Paris bezogenen Präparats geht beträchtlich über diese bisher als äusserste geltende Grenze (Kühne in diesem Arch. 1860 S. 489) hinaus. Selbst 0,00001 Grm oder $^1/_{100}$ Milligrm. hebt, freilich erst nach Verlauf einer Stunde, alle willkürlichen und automatischen Bewegungen der Rumpf- und Extremitätenmuskeln auf, und nur Reflexbewegungen stellen sich, namentlich nach Kneipen der Haut, noch ein. Nach 24 Stunden hüpft ein solches Thier aber auch wieder umher, während schon die auf $^1/_{50}$ Milligrm. folgende Intoxication mehrere Tage anhält.

nügte, um in einem Frosch nach höchstens 10 Min. alle charakteristischen Vergiftungssymptome hervorzurufen, war 1 Milligrm. zur Anwendung gekommen. Bei dieser verhältnissmässig starken Dosis liessen die Intoxications-Erscheinungen denn auch nicht lange auf sich warten, und nach kaum 8 Minuten hatten alle willkürlichen, automatischen und reflectirten Actionen der von cerebrospinalen Nerven versorgten Muskeln durchaus aufgehört, während die Blutbewegung durch die Capillaren der Schwimmhaut nicht nur mit ungestörter, sondern anscheinend sogar mit gesteigerter Lebhaftigkeit von Statten ging. Gerade dieser letztere Umstand veranlasste mich, das Thier zu weiterer Beobachtung aufzubewahren. Mit Rücksicht nämlich auf die zuerst von Kölliker (Virch. Arch. 1856, Bd. X, S. 13 bis 16) gemachte Erfahrung, dass nach Darreichung von 0,0001 Grm. Curare ein Frosch am vierten Tage aus der Unthätigkeit sämmtlicher Rumpf- und Extremitätenmuskeln zu ganz ungeminderter Agilität zurückzukehren vermag; mit Beziehung ferner auf die von mir gemachte Angabe (dieses Arch. 1865, S. 346), dass nach Beibringung grösserer Dosen Curare, schon von 0,0005 Grm. an, der Tod ganz unvermeidlich zu sein scheine; mit Rücksicht endlich auf die bekannte Thatsache, dass, wenigstens bei höheren Thieren, der Tod nach Curarevergiftung zunächst dem durch unterbrochene Athembewegungen gehemmten Gaswechsel zwischen Luft und Blut zuzuschreiben ist: — erschien es wünschenswerth, an curarisirten Fröschen genauere Erfahrungen über die Zeit zu gewinnen, während welcher nach Wegfall der Athembewegungen die zur Erhaltung der Circulationsphänomene nothwendige Wechselwirkung mit der Atmosphäre durch die äussere Haut bestritten werden kann. Zunächst wurde daher das oben erwähnte Thier, weil dessen Herzactionen trotz der Vergiftung mit besonderer Energie von Statten zu gehen schienen, weiter aufbewahrt, indem bei einer Zimmertemperatur von durchschnittlich 15° C. eine stets feucht erhaltene Fläche ihm zur Unterlage gegeben, und einige Male täglich eine Besprengung mit frischem Wasser vorgenommen wurde. Täglich wurde die Blutbewegung in der Schwimmhaut mit dem Mikroskop geprüft; und obgleich es keineswegs an Stockungen

fehlte, die von zufälligen äusseren Momenten nicht abgeleitet werden konnten, auch ein ödematöser Zustand der hinteren Extremitäten sich zu zeigen begann, so war doch der Blutlauf durch die Schwimmhaut, so weit er sich ohne vergleichende Messungen der Blutgeschwindigkeit und der Capillargefässweite beurtheilen liess, im ganzen Verlaufe der Beobachtungszeit als ein ungestörter zu bezeichnen. Bis zum 16. März, also in neun Tagen, war der Zustand unverändert geblieben; das Thier lag völlig regungslos da, und die Schwimmhaut unter dem Mikroskop lieferte allein den Beweis, dass man es nicht mit einem Leichnam zu thun habe.[1]) Zehn Tage nach erfolgter Intoxication zeigten sich zum ersten Male wieder bei mechanischer Irritation verschiedener Hautstellen leichte Zusammenziehungen in den Muskeln der hinteren Extremitäten; an anderen Theilen liessen sich reflectirte Bewegungen durchaus nicht wahrnehmen, und ebensowenig war von respiratorischen Bewegungen an den Nasenöffnungen und der Kehle irgend eine Spur vorhanden. Am 18. März aber fand ich das Thier bereits in hockender Stellung mit angezogenen Hinterbeinen, den vorderen Theil des Rumpfs in der gewöhnlichen Weise gesunder Thiere auf die Vorderpfoten gestützt, den Kopf erhoben, die Augen geöffnet, an Kehle und Nasenöffnungen die rhythmischen Athembewegungen vollkommen wiedergekehrt, willkürliche Actionen und Ortsbewegung vorhanden, jedoch träger und matter als vor der Vergiftung. In 11 Tagen war also die bezeichnete Menge eingeführten Giftes vollständig eliminirt worden. In Bezug auf den Weg, auf welchem dies geschieht, hatten Voisin und Lionville (Centralblatt für die medicin. Wissenschaften. 1866 S. 624) gefunden, dass die hypodermatische Einspritzung des Urins curarisirter Kaninchen die Erscheinungen der Curarever-

1) Bei den meisten Fröschen kann man übrigens von der Thätigkeit des Herzens, namentlich von der Zahl seiner Schläge, auch durch das an der vorderen Leibeswand sichtbare Klopfen sich überzeugen. An der Spitze des Sternum bieten sich diese Pulsationen gewöhnlich recht deutlich dar. Man braucht daher, um bei lebenden Fröschen die Herzcontractionen zu zählen, keinesweges die Thiere „aufzuschneiden.“ Dasselbe gilt von den hinteren Lymphherzen.

giftung an gesunden Thieren hervorruft, und durch Hermann (dies. Arch. 1867 S. 68) ist es, ebenfalls an Kaninchen, durch Unterbindung der Nierengefässe dargethan, dass der Weg, auf welchem das in Rede stehende Gift aus dem Organismus entfernt wird, in den Nieren gegeben ist. Um dies zu constatiren, tödtete ich mein Versuchsthier, um mit dem in der Harnblase erwarteten Inhalt einen zweiten Frosch zu vergiften. Leider fand ich jedoch die Blase ganz collabirt; es schienen die wiedergekehrten Muskelactionen sofort zur Beseitigung des in zehn Tagen angehäuften Secretes benutzt worden zu sein. — Diese erste nur gelegentliche Beobachtung gab mir Veranlassung, verschiedene die Curarevergiftung betreffende Fragen einer erneuten experimentellen Prüfung zu unterwerfen.

2. Was die Zeit betrifft, die ein Frosch zur Fortschaffung und Ueberwindung einer gewissen Dosis Curare braucht, so muss ich hervorheben, dass trotz der grossen Menge von Thieren (und zwar zunächst Winterfrösche, die 6—8 Monate gefastet hatten), die ich neuerdings der Einwirkung des Curare unterworfen und mit je 0,1 Ccm. der 1 %igen Lösung vergiftet habe, mir doch kein zweiter Fall vorgekommen ist, in dem die zur Eliminirung dieser Giftmenge erforderliche Zeit ohne Lungenathmung überstanden wurde. Ausser dem erwähnten Fall war allerdings noch einmal selbst 13 Tage hindurch der Blutlauf in der Schwimmhaut sehr lebhaft, Blutstockung und Hydrops sehr mässig, und am 14. Tage sogar der Schlag der hinteren Lymphherzen so deutlich zu erkennen, dass mit der grössten Bestimmtheit auf der einen Seite 50, und auf der anderen 32 Schläge in der Minute gezählt werden konnten. Nichtsdestoweniger hörte mit dem Ende des 14. Tages das Blutherz zu schlagen auf, obgleich in dieser Frist der bei weitem grösste Theil des Gifts bereits ausgeschieden sein musste. In allen übrigen Fällen trat der Tod früher ein, einige Male erst nach 8 Tagen, nicht selten aber auch schon nach 24 Stunden. Fragt man nach der Ursache eines so verschiedenen Verhaltens, so scheinen hierbei mehrere Umstände in Betracht gezogen werden zu müssen. Einmal mag eine, in ihren Bedingungen freilich nicht näher zu bestimmende, Verschiedenheit in der Em-

pfänglichkeit für das Gift es bewirken, dass die relative Immunität der Herznerven gegen dasselbe mitunter schon bei weit geringeren Gaben, als sonst zu geschehen pflegt, erlischt. Dann aber kommt noch in Betracht, dass namentlich in den frühzeitig endenden Fällen die Harnblase ganz leer gefunden wird. Dies leitet auf die Vermuthung, dass der so rasch tödtliche Ausgang der Vergiftung durch gestörte Nierenthätigkeit und dadurch gehemmte Ausscheidung des innerhalb des lebenden Organismus ganz unveränderlichen Giftes bedingt sei. Aber auch bei längerer Andauer des Vergiftungszustandes macht sich ein auffallender Unterschied in der Füllung der Blase bemerklich, indem dieselbe bald ganz collabirt, bald stark ausgedehnt sich zeigt, was ohne Zweifel von Verschiedenheiten in der absondernden Thätigkeit der Nieren abgeleitet werden muss. Denn bei wiederholter Untersuchung der Blase curarisirter Frösche habe ich sie unmittelbar nach dem Eintritt der Vergiftung stets leer gefunden. Die Manipulationen, denen die Versuchsthiere vor und während der Einführung des Gifts unterworfen werden müssen, und die hierbei wie in den ersten Stadien der Vergiftung sich einstellenden Muskelactionen beseitigen den in der Blase etwa vorhandenen Vorrath vollständig. Diese Anlässe zur Entleerung des Harns fallen aber durchaus fort, sobald der Vergiftungszustand ausgebildet ist und das Thier regungslos daliegt. Die Blasenwand allein für sich scheint bei Fröschen schon für gewöhnlich zur Wegschaffung des Urins unzureichend zu sein; bei curarisirten Thieren habe ich sie niemals sich zusammenziehen sehen[1]). Wenn daher 2, 3 und mehr Tage nach stattgehabter Vergiftung die Harnblase leer gefunden wird, obgleich alle Manipulationen mit dem vergifteten Thier mit der äussersten Vorsicht vorgenommen wurden,

1) Die Ansammlung des Harns in der Blase könnte nicht zu Stande kommen, wenn nicht neben der Lähmung des Blasenkörpers der Sphincter vesicae noch fortwirkte. Die Nerven des letzteren können daher, da sie dem Einflusse des Curare entzogen sind, nicht directen cerebrospinalen Ursprungs sein. Zu demselben Schluss bin ich auf ganz anderem Wege auch schon früher gelangt (dies. Arch. 1844 S. 374).

so dass eine Entleerung des Blaseninhalts durch äusseren Druck auf die Leibeswand durchaus vermieden ward, — so ist die Annahme berechtigt, dass die Absonderung des Harns ganz cessirt habe. Dass bei Thieren, die viele Monate hindurch unter ungewöhnlichen Verhältnissen aufbewahrt wurden, die Nieren Alterationen erleiden können, ist a priori höchst wahrscheinlich; auch habe ich häufig die Nieren von Winterfröschen ungewöhnlich roth gefunden, im Gegensatz zu ihrer sonst hellrothgelben Tinction; anatomisch haben sich aber unzweideutige Ursachen solcher Blutstauung nicht nachweisen lassen. Wenn nun aber auf Hemmung der Nierenthätigkeit zu beziehende Erscheinungen gerade bei denjenigen Thieren sich zeigen, die der Einwirkung des Giftes früher erliegen, als ihre zu derselben Zeit und mit denselben Dosen behandelten, auch an Grösse und Geschlecht ihnen gleichen, und unter gleichen Verhältnissen gehaltenen Leidensgefährten, die vielleicht gar vollständig zu früherer Lebensenergie zurückkehren, so wird in der geminderten oder ganz gehemmten Eliminirung des Gifts die Erklärung dieses Unterschiedes gesucht werden müssen, und es lässt sich daher auch in Bezug auf die Curarevergiftung beim Frosch das von Hermann (dies. Arch. 1867 S. 64) betonte Verhältniss zwischen Absorption und Ausscheidung der Gifte als bestätigt ansehen. — Es scheint aber bei dem in manchen Fällen sehr frühzeitigen Erlöschen der Herzthätigkeit noch ein anderer Umstand in's Spiel zu kommen. Frösche werden nach der Curarevergiftung ganz ohne Ausnahme in bald höherem, bald geringerem Grade hydropisch, indem nicht allein die subcutanen Lymphräume, sondern auch die Leibeshöhlen sich mit klarem Serum in dem Maasse füllen, dass die Thiere mitunter ein ganz unförmlich gedunsenes Aussehen erlangen, und nach Eröffnung der genannten Räume das angehäufte Fluidum stromweise sich ergiesst. Ich habe öfters aus einem und demselben Frosche 8 Ccm. solcher angestauten Flüssigkeit auffangen können, die zum Theil seröses Transsudat sein mag, grösstentheils aber wohl durch die äussere Haut absorbirtes Wasser ist. Nach den Untersuchungen von Schweigger-Seidel und Dogiel (Arbeit. aus d. physiol. Anstalt zu Leipzig, 1867, S. 73) ist zwar

aus den subcutanen Lymphräumen des Frosches ein unmittelbarer Uebergang in die Leibeshöhle noch nicht nachgewiesen, indessen ist bei dem Vorhandensein eines unmittelbaren Zusammenhangs zwischen der Peritonealhöhle und der Cysterna lymphatica magna, auch mit den subcutanen Lymphräumen eine Verbindung höchst wahrscheinlich [1]). Die Ursache dieser enormen Wasseransammlung ist ohne Zweifel theils in dem Aufhören der rhythmischen Actionen der Lymphherzen, theils in dem Wegfall eines der vorzüglichsten Mittel der Lymphbewegung, der Zusammenziehung sämmtlicher Rumpf- und Extremitätenmuskeln, zu suchen. Daher verschwinden denn auch bei denjenigen Thieren, die die Curareintoxication glücklich überstehen, mit der Rückkehr der gehemmt gewesenen Muskelactionen auch diese hydropischen Erscheinungen sehr bald. Der Druck aber, den die durch die angesammelte Flüssigkeit gespannten Leibeswände bei ihrer elastischen Beschaffenheit auf dieses Serum ausüben, muss auf alle inneren Organe, also auch auf das Herz sich fortpflanzen, und es ist daher sehr wohl

1) Ich kann nicht umhin, bei dieser Gelegenheit zu bemerken, dass der Kreislauf des Wassers in dem Haushalt der Frösche ein besonders rascher zu sein scheint. Schon Marchand (s. unten) hat darauf aufmerksam gemacht, dass selbst fastende Thiere beträchtliche Gewichtsdifferenzen darbieten, die nur von aufgenommenem Wasser herrühren können. Bei den weiter unten anzuführenden Respirationsversuchen habe ich öfters beobachtet, dass ein Winterfroschpaar von etwa 60 Grm. Gesammtgewicht bei 24stündigem Verweilen auf einer trockenen Unterlage 4—8 Grm. an Gewicht verliert, was, da Fäcalentleerung niemals Statt fand, und die Kohlensäureausgabe nur 0,2 bis 0,3 Grm. betrug, ausschliesslich der Wasservergasung zugeschrieben werden muss. Wurden die Thiere hierauf in ein Gefäss gethan, dessen Boden mit Wasser bedeckt war, so hatten sie schon in 2—3 Stunden um mehrere Gramme an Gewicht zugenommen. Ob auch diese Wasseraufnahme vorzugsweise oder gar ausschliesslich von der Haut besorgt wird, oder ob auch das Verschlucken von Wasser daran einen Antheil hat, kann ich für jetzt nicht entscheiden, da ich hierauf bezügliche Versuche nicht angestellt habe. Bei Sommerfröschen ist das Verhältniss ein ähnliches, nur kommt bei der Gewichtsabnahme auf der trockenen Unterlage in dem Respirationsapparat auch die fast ausnahmslos sich einstellende Darmentleerung von durchschnittlich 3 Grm. in Betracht.

denkbar, dass es eben hierdurch, abgesehen von dem directen Einfluss des Gifts, in seiner Leistungsfähigkeit beeinträchtigt wird, und früher, als sonst geschehen wäre, in derselben erlischt. — Diese mechanische Behinderung des Herzens kann aber auch neben und trotz der Ausscheidung des Giftes durch den Harn das Ende der Thiere herbeiführen; ja in manchen Fällen scheint sogar eine gesteigerte Nierenthätigkeit bei gehemmter Entleerung des Harns eine so ausserordentliche Ausdehnung der Blase selbst herbeizuführen, dass davon eine mechanische Unterdrückung der Herzactionen abgeleitet werden darf. Eine besonders auffallende Erfahrung dieser Art mag hier nähere Erwähnung finden. Ein männlicher Frosch wurde am 28. April mit 1 Milligrm. Curare, das mit Wasserstoffhyperoxyd versetzt worden war, vergiftet. Schon am 30. fand ich den Blutlauf in der Schwimmhaut so schwach — das Herz schlug nur 26 Mal in der Minute — dass ich die Leibeshöhle öffnete, um den angesammelten Harn aufzufangen. Die Harnblase war ganz enorm gefüllt; was von ihrem Inhalte sich auffangen liess, betrug reichlich 8 Ccm. Die übrigen Unterleibsorgane waren dadurch hoch hinauf und nach vorn gedrängt und mussten das Herz in hohem Grade in seiner Thätigkeit gehemmt haben. Das Gift hatte, bei der doch nur mässigen Menge, in der es eingeführt war, an dem so frühzeitigen Erlöschen der Herzactionen gewiss um so weniger unmittelbare Schuld, als ein beträchtlicher Theil desselben auch schon ausgeschieden war. Denn schon 0,5 Ccm. des aufgefangenen Blaseninhalts, also nur $^1/_{20}$ etwa der ganzen Harnmenge war hinreichend, in einem gesunden Frosch, dem diese Flüssigkeit in den dorsalen Lymphraum injicirt wurde, das vollständige Bild der Curarevergiftung hervorzurufen. Da nun von jedem ferneren halben Ccm. dieses Blaseninhaltes derselbe Erfolg zu erwarten stand, zur Herbeiführung desselben aber schon $^1/_{50}$ Milligrm. des Gifts ausreichte, so waren mindestens $^2/_5$ der beigebrachten Giftmenge bereits ausgeschieden. — Es musste daher in dem sub 1 erwähnten Falle ein Zusammentreffen mehrerer günstigen Umstände Statt gefunden haben, damit die vollständige Entleerung des Gifts vor dem Erlahmen des Herzens eintreten konnte. Ich muss daher auch

jetzt noch dabei bleiben, dass Dosen über 0,0005 Grm. in der Regel tödtlich wirken, indem schliesslich auch die Herznerven theils dem unmittelbaren Einfluss des Gifts, theils entfernteren Wirkungen desselben erliegen, und dass Bewahrung der Herzthätigkeit, sowie Rückkehr der Actionen in Rumpf- und Extremitätenmuskeln nur bei geringeren Gaben dieses Gifts zu erwarten stehen. Wie ausserordentlich verschieden übrigens Thiere gleicher Art sich gegen das Gift verhalten, das ergiebt sich sowohl aus der Verschiedenheit der Fristen, innerhalb welcher sie stärkeren Dosen desselben erliegen, wie auch bei kleineren Dosen aus dem Zustande der Intoxication heraustreten. Ich habe mit $^1/_3$ Milligrm. vergiftete Frösche schon nach 2 Tagen ihre Beweglichkeit wiedererlangen sehen, während andere, denen nur $^1/_{50}$ Milligr. beigebracht war, erst nach 3 Tagen die Herrschaft über ihre Muskeln wiedergewonnen hatten. — Indessen, auch wenn der günstige Fall eintritt, dass die Frösche die Vergiftung überstehen, so scheint doch eine tiefe Störung des Lebensganges zurückzubleiben, da viele Versuchsthiere, die die Curareintoxication überwunden zu haben schienen, doch nach einigen Tagen ohne nachweisbare Ursachen zu Grunde gingen. Diese Erfahrung dürfte aber wohl geeignet sein, bei therapeutischer Anwendung des Curare die äusserste Vorsicht zu empfehlen.

3. In Bezug auf die Reihenfolge, in der verschiedene Muskelgruppen der Einwirkung des Curare unterliegen, oder bei Ausscheidung des Giftes von derselben befreit werden, lassen sich manche frühere Erfahrungen vervollständigen. Schon Kölliker (a. a. O. S. 9) scheint bemerkt zu haben, dass die hinteren Lymphherzen früher als andere Muskeln die Einwirkung des Giftes erfahren, wenn er sie schon nach 3 Min. stille stehen sah, während er andere Muskeln noch nach 6 Min. reactionsfähig fand. Dagegen hat Böhlendorff (Untersuchungen über die Wirkungen des amerikanischen Pfeilgiftes, Inaug. Diss. Dorpat 1865, S. 12) die hinteren Lymphherzen mit solcher Regelmässigkeit vor allen anderen Muskeln ihre Thätigkeit einstellen sehen, dass er das Aufhören des Lymphherzenschlages als untrüglichen Beginn der Curarewirkung bezeichnet.

In Bezug auf die hinteren Extremitäten sind ähnliche Angaben schon öfters gemacht worden. Bezold (dies. Arch. 1860 S. 189) bestätigt die Erfahrung Bernard's, dass die hinteren Extremitäten gewöhnlich früher von der vollständigen Lähmung befallen werden als die vorderen, und diese wieder früher als die Respirationsmuskeln. Ebenso spricht Richter (Zeitschrift für ration. Med. III. Reihe, Bd. 18, S. 80) von der in den hinteren Extremitäten beginnenden lähmenden Wirkung des Curare, obgleich mit dieser Angabe nicht ganz in Einklang steht, wenn hinzugefügt wird, dass „zuletzt" noch in den Fingern und „Zehen" schwache Zuckungen eintreten. Ich habe nun bei den zahlreichen Versuchen, die ich neuerdings an Fröschen angestellt habe, ganz regelmässig die Beobachtung gemacht, dass, während bei enthirnten oder decapitirten Thieren bekanntlich nach dem alten Nysten'schen Satze vom Fortschreiten des Todes die Rückenmarksaxe entlang, von den hinteren Extremitäten aus und an denselben längere Zeit hindurch und energischere Reflexbewegungen ausgelöst werden können, als an den vorderen Extremitäten, dies bei der Curarevergiftung sich gerade umgekehrt verhält. Wie das hintere Lymphherzenpaar, so erlahmen auch die Muskeln der hinteren Extremitäten früher als die anderen Gliedmaassen. Während von den letzteren aus und an ihnen sich noch deutliche Reflexbewegungen hervorrufen lassen, sind die hinteren Extremitäten schon ganz reactionsunfähig, ja mechanische Irritation derselben, die sonst so pünktlich von Muskelactionen der gleichen Extremität beantwortet wird, löst im günstigsten Fall blos Bewegungen an den vorderen Extremitäten aus. Bei der Schnelligkeit, mit der die Vergiftungserscheinungen eintreten, hat man selbstverständlich höchstens ein Paar Minuten Zeit, um sich von dieser Verschiedenheit in der Actionsfähigkeit verschiedener Muskelgruppen zu überzeugen. Auch ist zu beachten, dass, wenn nach Beibringung des Gifts das Versuchsthier an den hinteren Extremitäten so gehalten wird, dass der Blutlauf durch dieselben nicht hinreichend frei bleibt, es wohl geschehen kann, dass gerade den Muskeln dieser Theile das Gift nicht in der zur Intoxication erforderlichen Menge zugeführt wird, und sie sich

daher auch länger reactionsfähig erhalten. Bei Berücksichtigung dieser Verhältnisse aber wird man das frühzeitigere Erlöschen der Muskelcontractionen an den hinteren Extremitäten kaum jemals vermissen. — Richter (a. a. O. S. 84) lässt auch bei Säugethieren die ersten Zeichen der Vergiftung an den hinteren Extremitäten auftreten. Ich möchte glauben, dass diese Annahme nur dem Umstande beizumessen ist, dass bei Säugern die hinteren Extremitäten die hauptsächlichen Stützen des Rumpfs beim Stehen wie beim Gehen sind, und dass eine Störung ihrer Muskelactionen daher eher auffällt, als die Beeinträchtigung anderer gleichzeitig und in gleichem Grade ergriffener Muskelpartien. Nur das frühzeitigere Erlöschen der Reflexe an den hinteren Extremitäten könnte in der fraglichen Beziehung beweisend sein. Ich habe mehrere Hunde eigends in der Absicht vergiftet, um über dieses Verhältniss sichern Aufschluss zu erlangen; ich wählte dazu junge, etwa 2 Monate alte Thiere. Es wurden 6—8 Milligrm. Curare in der erwähnten Lösung in eine Hautwunde am Nacken eingeführt; nach 2 Min. schon war die Wirkung ersichtlich; die bis dahin sehr munteren Thiere bekamen, obgleich sie die Herrschaft über ihre Muskeln noch besassen, einen unsicheren Gang; sie zogen es daher vor, auf den Hinterbeinen zu hocken und waren nur schwer zu einigen Schritten zu bewegen. Zwischen 8—10 Min. nach der Intoxication fielen sie um, und unregelmässige Zuckungen begleiteten das sehr erschwerte und stöhnende Athmen; nach 10—12 Min. hörten auch die rhythmischen Athembewegungen auf; Reflexbewegungen auf Kneipen der Haut stellten sich wohl noch ein, aber an dem Schwanz und den Hinterbeinen ganz ebenso wie am Rumpf und den vorderen Extremitäten. Auch Beigel (Berlin. klinische Wochenschrift 1860, No. 9, S. 100) bezeichnet beim Menschen als erste Wirkung des Curare allgemeine Muskelerschlaffung, und zwar nächst den oberen Augenlidern besonders in den Unterextremitäten. Dies bezieht sich wohl ebenfalls nicht sowohl auf ein stärkeres Ergriffensein der Muskeln dieser Extremitäten, als vielmehr auf die grössere von denselben zu leistende Arbeit, deren Wegfall eben deshalb eher bemerkt wird. Dass zwischen der Lähmung

der vorderen Extremitäten und der Respirationsmuskeln ein zeitlicher Unterschied bestehe, wie Bezold a. o. a. O. angiebt, habe ich durchaus nicht finden können. Dagegen erscheint es als sehr beachtenswerth, dass auch das Schwinden der Intoxicationserscheinungen, — wenn die Thiere bis dahin am Leben bleiben — an denselben Organen zuerst sich zu erkennen giebt. In Betreff der hinteren Lymphherzen hat ebenfalls schon Kölliker (a. a. O. S. 14) die Pulsation derselben als erstes Zeichen wiederkehrender Nerventhätigkeit notirt. Dieselbe Erfahrung hat Böhlendorff (a. a. O. S. 16) gemacht, und thut daher auch den Ausspruch, dass dasselbe Organ, welches in Folge der Vergiftung seine Thätigkeit zuerst einstellt, sie bei der Wiederkehr des Lebens auch zuerst wieder aufnimmt. Ganz dasselbe gilt aber auch für die Muskeln der hinteren Extremitäten. Nicht allein in dem oben erwähnten Fall, wo die bezüglichen Beobachtungen mit der wünschenswerthesten Vollständigkeit angestellt werden konnten, sondern auch in anderen wiederholentlich gemachten Erfahrungen an Fröschen, die mit kleinen Dosen Curare vergiftet waren, habe ich mich davon überzeugt, dass die Wiederkehr der Reflexbewegungen an den hinteren Extremitäten beginnt, und dass letztere häufig auch den Willensimpulsen früher folgen, als die vorderen Gliedmaassen. Pflüger und Bezold haben die zeitlichen Unterschiede in der Erlahmung der Muskeln durch das Curare bekanntlich auf die Herabsetzung bezogen, welche die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erregung in den motorischen Nerven erfährt. Diese Verminderung des Leitungsvermögens soll ungefähr $^4/_5$ betragen, so dass sie im Ischiadicus des Frosches von 26 Meter in der Secunde auf 5,5 Meter herabsinkt. Abgesehen davon, dass in Betreff des Herzens, — wenn diese Erklärung seiner Immunität dem Curare gegenüber richtig wäre, — nicht Stunden oder gar Tage verstreichen dürften, ehe es die ersten nachweisbaren Aenderungen durch das Gift erfährt, so geht auch der höchstens ein Paar Minuten betragende Unterschied zwischen dem Eintreten der Erlahmung der hinteren Extremitäten und anderer Muskelgruppen über jene nach Secunden und Metern zu messende Aenderung in den Leistungen der bezüglichen Nerven

weit hinaus. Ich glaube vielmehr, dass die in Rede stehenden Thatsachen davon herzuleiten sind, dass in den hinteren Extremitäten und dem hinteren Rumpfende des Frosches eigenthümliche Circulationsverhältnisse bestehen, durch welche sowohl die Zufuhr des Gifts zu diesen Theilen und seine Einwirkung auf dieselben, als auch seine Entfernung aus ihnen begünstigt werden. Das von den genannten Körpertheilen zurückkehrende Blut sammelt sich nämlich zu den zuführenden Nierenvenen, dem Pfortadersystem der Nieren. Durch das von diesem zweiten Capillarsystem gebotene Hinderniss muss das Blut in seinem Laufe gemässigt und zu längerer Wechselwirkung mit den Geweben der hinteren Extremitäten und des hinteren Rumpfendes genöthigt werden, und der verlangsamte Strom muss eben deshalb das in das Blut aufgenommene Gift früher zur Wirkung auf die hier befindlichen peripherischen Enden musculomotorischer Nerven bringen. Andererseits werden durch dieselbe Einrichtung die hinteren Extremitäten auch unmittelbarer und näher als andere Körpertheile mit dem Ausscheidungswege des Gifts in Verbindung gebracht. Der Mangel eines solchen Pfortadersystems der Nieren bei Säugethieren würde es auch verständlich machen, dass bei ihnen in dem Verhalten der vorderen und hinteren Extremitäten nach der Curarevergiftung ein Unterschied in der oben angedeuteten, allein entscheidenden Weise sich keinesweges beobachten lässt.

4. Dass ein Frosch volle zehn Tage hindurch die Lungenathmung ganz entbehren und die zur Erhaltung der Herzthätigkeit unerlässliche Wechselwirkung mit der Atmosphäre nur durch die äussere Haut unterhalten konnte, scheint seine Erklärung in zwiefachen Umständen zu finden: einmal in der ausserordentlichen Herabsetzung der Respiration, die bei Fröschen ebenso wie bei höheren Thieren als Folge des Hungerns beobachtet und experimentell geprüft ist, und dann in der unverhältnissmässig grösseren Bedeutung, die bei den Lurchen der äusseren Haut für die Unterhaltung des Gaswechsels zwischen Blut und Atmosphäre zukommt. In ersterer Beziehung ist daran zu erinnern, dass schon Marchand (Journal für prakt. Chemie, Bd. 33, Leipzig 1844, S. 146) als Mittel aus sieben

Versuchsreihen an frisch eingefangenen Fröschen für die von 100 Grm. ihrer Körpersubstanz in 24 Stunden verbrannte Kohlenstoffmenge 0,087 Grm. fand. Bei fastenden Thieren sinkt diese Ausgabe so sehr, dass nach zwei Monate fortgesetzter Nahrungsentziehung sie auf $^1/_3$ des ursprünglich nachgewiesenen Carbonverbrauchs herabgemindert war (a. a. O. S. 168); ja bei Ausdehnung dieses Versuchs über sechs Monate fand Marchand (a. a. O. Bd. 37. S. 8), dass 100 Grm. Frosch in 24 Stunden nur 0,014 Grm. Carbon verbrauchten, also nur $^1/_6$ der ursprünglichen Menge; „die Respiration war fast auf Null herabgesunken"[1]). Es lag nun die Vermuthung nahe, dass gerade dieses auf ein Minimum herabgesetzte Respirationsbedürfniss den zeitweiligen Wegfall der Athembewegungen ermögliche, dass zur Bestreitung des während des Hungerns so überaus verminderten Oxydationsprocesses die durch die Haut allein vermittelte Athmung wenigstens für einige Zeit ausreiche. Es schien daher der Mühe werth zu prüfen, ob auch in warmer Jahreszeit frisch eingefangene dem Einfluss der Gefangenschaft, des Winterschlafs und der mit beiden verbundenen Nahrungsentziehung durchaus entrückte und wohlgenährte Thiere unter glücklichen Umständen dieselbe Dosis Curare zu überwinden vermögen, wie sie der oben erwähnte Winterfrosch überstanden hatte. Andererseits schien es wünschenswerth, den Antheil der Haut an dem Athmungsprocess bei Fröschen genauer zu bestimmen, als bisher geschehen. Es haben nämlich zwar schon Regnault und Reiset Erfahrungen über die Respiration von Fröschen angestellt, denen die Lungen exstirpirt waren; aber gegen die Beweiskraft dieser Experimente lassen sich doch mehrfache Bedenken erheben. Man vermisst zunächst eine ge-

---

1) Aehnliches zeigt sich bekanntlich bei winterschlafenden, also ebenfalls längere Zeit hungernden Säugethieren. Valentin (Moleschott's Untersuchung. Bd. II, 1857, S. 292) fand bei vollkommen wachen Murmelthieren die Kohlensäure-Ausscheidung auf 100 Grm. Thier und 24 Stunden = 2,4 Grm., im tiefsten Schlaf dagegen nur 0,034 Grm., d. h. im ersten Fall wurden 0,65 Grm. Carbon, im zweiten 0,009 ausgegeben, also noch weniger als von hungernden Fröschen.

nauere Angabe darüber, wie diese Verstümmelung der Versuchsthiere ausgeführt wurde. Es heisst nur (Ann. de chimie et de physique, 3. série, tom. 26, Paris 1849, p. 473), dass Claude Bernard mit bekannter Geschicklichkeit die Lungen entfernte, indem er Blutungen, die das Resultat der Versuche hätten compliciren können, möglichst vermied. Trotzdem wäre es doch sehr wünschenswerth gewesen zu erfahren, dass durch die nachfolgende anatomische Untersuchung das Resultat der Statt gehabten Operation genauer constatirt und namentlich nachgewiesen wurde, dass in der That die Lungen vollständig entfernt und nicht etwa Reste derselben zurückgeblieben waren [1]). Indem ferner Regnault und Reiset bei ihren Versuchen vorzugsweise die Stickstoffexhalation und das Verhältniss der exspirirten Kohlensäure zu dem aufgenommenen Sauerstoff zu ermitteln strebten, haben sie selbst aus ihren Versuchen zwar den Sauerstoffverbrauch, nicht aber die Kohlenstoffausgabe berechnet. Indessen wie der Sauerstoffverbrauch auch bei unversehrten Thieren schwankte, so dass er auf 100 Grm. Froschsubstanz in 24 Stunden 0,15 bis 0,25 Grm. betrug, — was R. und R. von Verschiedenheiten in der Dauer der Gefangenschaft und der Jahreszeit ableiten, — so betrug er bei lungenlosen Fröschen ebenfalls 0,15 oder sank bis auf 0,11 Grm. hinab, und die französischen Beobachter vermuthen daher, dass die Athmung der Frösche vorzugsweise durch die Haut besorgt werde. Wenn man nun von den betreffenden Versuchen No. 70 und 74 heraushebt (a. a. O. p. 474 u. 476), von denen der erstere an fünf intacten Fröschen, der zweite an zwei Thieren nach Entfernung der Lungen angestellt wurde, und die Kohlensäure-

1) Derselbe Einwand ist auch gegen die Beweiskraft der älteren Versuche über Lungenexstirpation bei Fröschen geltend zu machen, wie sie namentlich Edwards (De l'influence des agens physiques sur la vie, Paris 1824, p. 71 u. 74) anstellte. Wenn hier „von den Flanken" her in die Leibeshöhle eingedrungen wurde, so durfte die um die Lungenwurzel anzulegende Ligatur doch vielleicht einen Theil des Organs mit den Luftwegen in Verbindung gelassen haben; und es geschah daher nicht ohne Antheil der Lungen, dass ein Thier die Verstümmelung 40 Tage überlebte, ein anderes sogar trotz derselben in den Begattungsact eintrat und eine grosse Menge Eier absetzte.

ausgabe auf 100 Grm. Froschsubstanz und 24 Stunden berechnet, so kommt man allerdings zu dem überraschenden Ergebniss, dass im ersterwähnten Experiment nur 0,038 Grm. Kohlenstoff und im zweiten auch noch 0,031 Grm. ausgegeben wurden, und dass daher die Wegnahme der Lungen eine nur höchst unbedeutende Verminderung der Kohlensäureausscheidung zu Wege gebracht hatte. Indessen dürften hierbei doch noch andere Umstände in Betracht kommen. Die fünf Frösche in Exp. 70 wogen zusammen nur 287 Grm., also jeder derselben durchschnittlich nur 57,4 Grm Ohne Zweifel waren dies durch längeres Hungern in der Gefangenschaft heruntergekommene Thiere, und damit erklärt sich die geringe Kohlenstoffausgabe, die unter die Hälfte der von Marchand gefundenen Durchschnittszahl herabgesunken ist. Die beiden Frösche in Exp. 74 dagegen wogen zusammen 185 Grm., sie waren ohne Zweifel frisch eingefangen und wohlgenährt, und ihr lebhafter Stoffwechsel ergab daher trotz des Mangels der Lungen eine verhältnissmässig sehr hohe Kohlenstoffziffer. Ganz ohne Einfluss war es wohl auch nicht, dass die beiden fraglichen Versuche in verschiedener Temperatur von 15 und 17° C. angestellt wurden. Dem Temperatureinfluss auf die Kohlensäure-Ausscheidung ist es vielleicht auch zuzuschreiben, dass in dem Versuche 76 (a. a. O. p. 477) zwei Frösche von 115 Grm. Gesammtgewicht nach Entfernung der Lungen sogar 0,047 Grm. Kohlenstoff ausschieden; denn dieser Versuch wurde bei einer Temperatur von 21° C. angestellt. — Noch erheblicher scheint aber ein anderes Bedenken zu sein. Regnault und Reiset stellten ihre Versuche an lungenlosen Fröschen eine halbe Stunde nach dem operativen Eingriff an; dies scheint für den geringen Einfluss der Wegnahme der Lungen auf den Gaswechsel mit der Atmosphäre von nicht geringer Bedeutung gewesen zu sein. Denn auf die Dauer vermögen Frösche diese Verstümmelung nicht zu ertragen. In den Versuchen von Joh. Müller (Handb. der Physiol. 4. Aufl. 1843, Bd. I, S. 228) lebten Frösche mit unterbundenen und ausgeschnittenen Lungen nur etwa 30 Stunden. Neuerdings will zwar Albini gefunden haben (Centralblatt für die medcin. Wissensch. 1868, No. 18, S. 287), dass Frösche die Exstirpation

der Lungen bis 116 Tage überlebten. Näheres über das operative Verfahren ist in dem a. a. O. gegebenen kurzen Referate nicht bemerkt; auch die Respirationsproducte sind nicht untersucht, und ebensowenig geschieht dessen Erwähnung, dass die vollständige Entfernung der Lungen durch die nach dem Tode vorgenommene Section constatirt worden. Ich bekenne, dass ich nach diesen Angaben, die, so weit sie mir zugänglich wurden, recht unvollständig sind, mich noch nicht entschliessen kann, die Lungen als einen ganz entbehrlichen Körpertheil der Frösche zu betrachten. Bis erneuerte mit allen Cautelen ausgeführte Erfahrungen über die Erfolge der Lungenexstirpation bei Fröschen vorliegen [1]), scheint mir daher das Ergebniss der Müller'schen Versuche immer noch festgehalten werden zu müssen. Da es jedoch bei der grossen Tenacität der Frösche nicht zweifelhaft ist, dass sie die mit dem operativen Eingriff verbundene traumatische Reaction länger als 30 Stunden hätten ertragen können, so scheint die Haut doch nicht im Stande zu sein, den Ausfall der Lungenathmung für längere Zeit, als die angegebene Frist, zu compensiren. Dagegen schien nun die Curarevergiftung die Möglichkeit zu bieten, auch ohne blutigen die normalen Lebensbedingungen erheblich alterirenden Eingriff die Lungenathmung ganz auszuschliessen [2]), ihren Antheil an dem gesammten Gasaustausch mit der Atmosphäre genauer festzustellen, und damit zugleich zu ermitteln, wieviel in dieser Beziehung die Haut leiste, wenn gleich im Voraus zugegeben werden musste, dass diese Leistung unter den zu setzenden Bedingungen durch vicariirende Einrichtungen über das gewöhnliche mittlere Maass gesteigert werden könne. Zur Erledigung der aus allen diesen Erwägungen sich ergebenden Fragen wurden die im Folgenden angedeuteten Versuchsreihen unternommen.

1) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass soeben Dr. W. Berg in meinem Laboratorium mit Versuchen über die Lungenexstirpation bei Fröschen beschäftigt ist.

2) Von der Gasdiffusion, die nach Ausschluss der Athembewegungen durch die engen Nasenlöcher hindurch zwischen der Atmosphäre und dem Lungenraum etwa Statt finden konnte, darf wohl ganz abgesehen werden.

5. Ueber den Einfluss der Dauer der Gefangenschaft und Nahrungsentziehung, sowie der verschiedenen Jahreszeiten auf das Verhalten der Frösche gegen Curare habe ich neben den im Vorhergehenden erwähnten Versuchen an Winterfröschen, die bereits vor 6—8 Monaten eingefangen und in sehr sichtlicher Weise abgemagert waren, auch zahlreiche Erfahrungen an unmittelbar vorher eingefangenen und wohlgenährten Sommerfröschen gemacht. In keinem einzigen Falle haben letztere eine Dosis von 1 Milligrm. Curare so lange zu ertragen vermocht wie die Mehrzahl der Winterfrösche. Gewöhnlich waren schon nach 5 Min. die Intoxicationserscheinungen vollständig ausgebildet, wahrscheinlich weil das bei Sommerfröschen energischer wirkende Herz das in die Blutmasse aufgenommene Gift auch rascher durch den Körper verbreitete. In der Regel waren ferner schon 24 Stunden nach Beibringung des Gifts nur noch schwache Spuren von Blutbewegung in der Schwimmhaut wahrzunehmen, und das Herz machte nur noch 30 Schläge in der Minute; im Laufe des zweiten Tages aber gingen die meisten Thiere zu Grunde, so dass nur wenige bis in den dritten Tag hinein am Leben blieben und kein einziges diese Frist überdauerte. Hydropische Erscheinungen traten auch hier auf wenngleich entsprechend der kürzeren Dauer des Vergiftungszustandes in geringerem Grade als bei Winterfröschen. In der Füllung der Harnblase sind mir bemerkenswerthe Unterschiede nicht entgegengetreten; so starke Erfüllung oder so völlige Leere derselben wie bei Winterfröschen habe ich niemals angetroffen; 1 bis 2 Ccm. Harn waren ihr gewöhnlich zu entnehmen, und nach 24 Stunden schon war so viel von dem Gift ausgeschieden, dass ein Theil des Harnblaseninhalts hinreichte, ein anderes Thier in den Zustand vollständiger Curareintoxication zu versetzen. Wenn daher bei Sommerfröschen nach dieser Vergiftung eine mechanische Behinderung des Herzens durch ausserordentliche Ausdehnung der Blase oder Wasseransammlung in der Leibeshöhle niemals Statt zu finden scheint, so bleibt zur Erklärung des frühzeitigen Todes nur eine zwiefache Annahme übrig. Entweder vermögen bei Sommerfröschen die Endigungen der sympathischen Nerven und somit auch die Herznerven dem

Gifte weniger zu widerstehen als bei Winterfröschen, oder der Respirationshergang und seine engen Beziehungen zur Herzthätigkeit erleiden in verschiedenen Jahreszeiten und unter dem damit zusammenhängenden Wechsel der äusseren Einflüsse so durchgreifende Aenderungen, dass der durch das Curare bewirkte Ausfall der Respirationsbewegungen und der Lungenathmung bald verhältnissmässig leicht ertragen wird, bald tief eingreifend und vernichtend wirkt. Da nun Erregbarkeitsänderungen, deren Bedingungen sich nicht näher bezeichnen lassen, eine befriedigende Erklärung für irgend welche Lebenserscheinung nicht sind, so lag es nahe, die greifbaren Veränderungen zu berücksichtigen, die etwa in verschiedenen Jahreszeiten die Respiration der Frösche erleidet, und sie mit dem Gaswechsel curarisirter Thiere zusammenzustellen. Zu dem hierbei in's Auge gefassten Zweck schien es ganz ausreichend, unter den Athmungsproducten nur die Kohlensäureausgabe zu berücksichtigen.

6. Zu dieser Prüfung gebrauchte ich einen eigends für diese Versuchsthiere zusammengestellten Apparat. Der Boden eines cylindrischen Glasgefässes, das etwa 5 Zoll im Durchmesser und 4 Zoll Höhe besass, wurde mit einer ca. einen Zoll hohen Quecksilberschicht bedeckt, auf welcher eine trockene Holzscheibe schwamm, die den Versuchsthieren als Unterlage diente. In die Quecksilberschicht und über diese Scheibe wurde eine etwa 4 Zoll hohe Glasglocke gestülpt, deren durch Quecksilber abgesperrter Innenraum die Frösche aufnahm, und deren Decke, wie bei einer Woulf'schen Flasche, drei Röhren enthielt. Durch den mittleren Tubulus wurde ein Thermometer luftdicht eingeführt; in die beiden anderen wurden mittelst durchbohrter Gummipfröpfe knieförmig gebogene Glasröhren eingesetzt, deren eine mit einem mit Aetzkalilösung gefüllten Liebig'schen Kugelapparat in Verbindung stand, der die zutretende Luft von allem Kohlensäuregehalt reinigte, während die andere successive in zwei U förmige Glasröhren führte, die zur Bindung des Wassergases mit concentrirter Schwefelsäure übergossene Glasperlen enthielten. Die letztere Röhrenleitung führte weiter in zwei mit Aetzkalilösung gefüllte Geissler'sche Kugel-

apparate zur Aufnahme der von den Versuchsthieren exhalirten Kohlensäure. Zum Beweise, dass durch letztere Vorrichtung alle Kohlensäure in der That gebunden werde, wurde ein mit Barytlösung gefüllter Kugelapparat angefügt, dessen Inhalt durch sofortige Trübung die geringste Spur nachgebliebener Kohlensäure hätte anzeigen können. Da in mehreren Probeversuchen die Bildung von kohlensaurem Baryt durchaus ausblieb, so wurde späterhin dieser Theil des Respirationsapparates weggelassen, um die ohnehin schon bedeutende Complication der erforderlichen Vorrichtungen nicht unnöthiger Weise zu erhöhen. Dagegen wurde, um das Wasser zu bestimmen, das die durch die Kaliapparate hindurchströmende trockene Luft diesen entziehen musste, die Luft weiterhin durch ein Chlorcalciumrohr und schliesslich wieder durch ein Schwefelsäurerohr hindurchgeleitet. Dass diese Einrichtungen durchaus hinreichend waren, so dass durch die Kaliapparate alle Kohlensäure der Exspirationsluft durch das Chlorcalcium- und letzte Schwefelräurerohr aber das den Kaliapparaten durch den trockenen Luftstrom entzogene Wasser vollständig gebunden wurde, so dass der Ueberschuss der Gewichtszunahme der beiden letzteren Vorrichtungen über die Gewichtsabnahme der beiden ersteren nur auf die aufgenommene Kohlensäure zu beziehen blieb, ergab sich aus einem Controleversuch, bei welchem ohne Anwendung von Versuchsthieren in 24 Stunden 40 Litres Luft durch die erwähnten Apparate hindurchgeführt wurden. Obgleich der Gewichtsverlust, den die Kaliapparate erlitten hatten, bis 260 Milligrm. sich erhob, so betrug die Gewichtszunahme des Chlorcalcium- und letzten Schwefelsäurerohrs nicht weniger als 255 Milligrm.; der Fehler von 5 Milligrm. war also nur $^1/_{50}$ des ganzen hier in Betracht kommenden Gewichts. Wenn übrigens der angegebene Gewichtsverlust sich vorzugsweise auf den ersten Kaliapparat bezog, so dass der zweite nur wenige Milligrm. abgegeben hatte, so äusserte sich auch die Gewichtszunahme fast ausschliesslich an dem Chlorcalciumrohr, indem sie an dem letzten Schwefelsäureapparat auch nur ein Paar Milligrm. betrug. Diese Verdoppelung der zur Bindung der Kohlensäure und des Wassers bestimmten Apparate hätten also ohne Stö-

rung wegbleiben können; um so zuversichtlicher dürfen die erhaltenen Resultate angenommen werden. — Die Bewegung der Luft durch alle die genannten Röhrenleitungen wurde in der gewöhnlichen Weise durch ein Gasometer bewirkt. Jeder Versuch an den intacten Thieren wurde 24 Stunden fortgesetzt, und um die bei Beendigung desselben in dem Raum der Glocke noch übrigen Respirationsproducte zu gewinnen, ward nach Verschluss der zuleitenden Röhrenbahn durch allmäliges Zugiessen von Quecksilber die die Frösche tragende Holzscheibe bis dicht unter die Decke der Glocke gehoben, und dadurch die in letzterer enthaltene Luft bis auf einen geringen die Versuchsthiere unmittelbar umgebenden Rest in die ableitende Röhrenbahn gedrängt, und auch ihr Kohlensäuregehalt von den Kaliapparaten gebunden. Ein geringer Rest in der Glocke zurückbleibender Luft, der durchschnittlich nur 300 Ccm. betrug, von welchem noch das Volumen der Versuchsthiere in Abzug gebracht werden musste, konnte ohne erheblichen Fehler unberücksichtigt bleiben, da er gegenüber der ganzen, in 24 Stunden hindurchgeleiteten Luftmenge von 30—40 Litres höchstens $^1/_{100}$ der Athemproducte der Rechnung entzog. — Zu allen Versuchen diente der gemeine Wasserfrosch, Rana temporaria; dies darf nicht unerwähnt bleiben, seitdem Moleschott u. Schelske (Molesch. Untersuch. Bd. I, 1857, S. 4—6) die Erfahrung gemacht haben, dass die Kohlensäureabgabe von Rana temporaria diejenige von Rana esculenta um das Doppelte übertrifft. In der Umgegend Dorpat's gehört Rana esculenta zu den Seltenheiten, daher ich mit ihr keine Versuche angestellt habe. Auf den von denselben Beobachtern (a. a. O. S. 14) auch bei Fröschen wahrgenommenen Unterschied in der Kohlensäureabgabe der beiden Geschlechter habe ich in sofern Rücksicht genommen, als zu jedem Versuch zwei Frösche verschiedenen Geschlechts benutzt wurden, um einen mittleren Werth zu erlangen, der mit den älteren Beobachtungen vergleichbar bliebe, bei denen mit Ausnahme der Experimente Moleschott's wahrscheinlich männliche und weibliche Thiere promiscue gebraucht wurden. Da zwei Winterfrösche in 24 Stunden durchschnittlich 0,2 Grm. Kohlensäure ergeben, Sommerfrösche dagegen 0,6 Grm., 1 Grm.

Kohlensäure aber ein Volum von etwa 500 Ccm. besitzt, so waren im ersten Fall ungefähr 100, im zweiten 300 Ccm. Kohlensäure an die Luft abgegeben worden. Da die in 24 Stunden durch den Apparat hindurchgehende Luftmenge in der Regel bis 40 Litres betrug, so war bei Winterfröschen durchschnittlich 0,005 % Vol. der respirirten Luft, bei Sommerfröschen höchstens 0,015 % von Kohlensäure gebildet, ein Verhältniss, dass die Befürchtung ganz widerlegt, es sei die Kohlensäureabgabe durch den Gehalt der Athmungsluft an diesem Gase erheblich alterirt worden. Die Versuche wurden bei einer Temperatur von durchschnittlich 18° C. angestellt; wenn das Thermometer zuweilen auch um 1° über diese Grenze hinausging oder unter derselben zurückblieb, so konnte nach den Erfahrungen Moleschott's (Unters. Bd. II, 1857, S. 315) eine so geringe Schwankung ganz ausser Betracht gelassen werden. — Nachdem ein Froschpaar in dieser Weise auf seine normale Kohlensäureausgabe geprüft worden, wurden die Thiere aus dem engen und trockenen Respirationsbehälter auf einige Stunden in ein weiteres, Wasser enthaltendes Gefäss gesetzt, dann mit je 0,00025 Grm. oder 1/4 Milligrm. Curare vergiftet und hierauf in den Respirationsapparat zurückgebracht. Anfangs blieben sie auch im vergifteten Zustande 24 Stunden in demselben; da es sich aber bald herausstellte, dass bei vergifteten Thieren weit auffallender als bei unversehrten die äussere Haut innerhalb des Athmungsapparats trocknet, und da hiervon eine Beeinträchtigung des Gaswechsels durch die Haut zu befürchten war, überdies auch schon bei dem ersten Versuch das eine der beiden benutzten Thiere ganz todt aus dem Apparat herausgenommen wurde, so hielt ich späterhin die vergifteten Thiere nur 8 Stunden in dem Apparat und berechnete nach dem hiernach gefundenen Kohlensäurequantum die 24stündige Ausgabe. Weil in dem erwähnten Falle der Tod des einen Thieres die von zwei Fröschen zu liefernde Kohlensäuremenge nicht erheblich verringerte, so gab mir dies Veranlassung, die Kohlensäureexhalation getödteter Frösche überhaupt zu prüfen. Nachdem durch Hermann (Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskeln, Berlin 1867) dargethan ist, dass unabhängig von den Sympto-

men fauliger Zersetzung der Erstarrungsprocess abgestorbener Muskeln eine ergiebige Kohlensäurequelle ist, war a priori wahrscheinlich, dass auch unmittelbar nach dem Tode des Gesammtthieres die Kohlensäureausscheidung nicht aufhören werde. Um ihr Verhältniss zu der während des normalen Lebens und im curarisirten Zustande gelieferten Kohlensäuremenge zu bestimmen, wurden Frösche, die in dieser Beziehung unter beiderlei Umständen geprüft worden waren, durch Zerstörung von Gehirn und Rückenmark mittelst eines eingeführten Stilets getödtet und hierauf, nachdem mit dem Mikroskop das Aufhören des Blutlaufs in der Schwimmhaut constatirt worden, abermals auf 8 Stunden in den Respirationsapparat gebracht. Indem ich in der nachfolgenden Tabelle meine bezüglichen Erfahrungen zusammenstelle, muss ich bemerken, dass ich nur die in allen Stücken zu Ende geführten Beobachtungen mittheile, und dass blosse Probeversuche oder Erfahrungen, die nur einzelne Theile der beabsichtigten Versuchsreihe geliefert hatten, ganz übergangen sind. Ich kann nämlich nicht verhehlen, dass ich namentlich im Anfange meiner Untersuchungen bei diesen complicirten Experimenten nicht blos zufällige äussere Störungen, sondern auch manche kleine Versäumnisse und Versehen nicht immer habe vermeiden können. Dies machte eine Ausscheidung eines Theils des Beobachtungsmaterials nothwendig.

Versuche an Winterfröschen.

intact						curarisirt			getödtet		
No. der Versuche.	Datum der Versuche.	Gewicht der zwei Versuchsthiere in Gramm.	CO_2 in 24 Stunden.	C in 24 Stunden.	C ausgabe auf 100 Grm. und 24 Std. berechnet.	CO_2 in 24 Stunden.	C in 24 Stunden.	C ausgabe auf 100 Grm. und 24 Std. berechnet.	CO_2 in 24 Stunden.	C in 24 Stunden.	C ausgabe auf 100 Grm. und 24 Std. berechnet.
				M i l l i g r a m m e							
1.	April 29	73	204	55,6	76,1	77	21	27			
2.	Mai 13	81	222	60,5	74,7	120	32,4	40,6			
3.	16	69	137	37,3	55,5	92	25	35,9			
4.	21	82	145,8	39,7	48,4	123	33,5	40,8			
5.	24	56	144	39,2	70,0	160	43,6	77,8			
6.	27	98	205	55,8	57,0	186	50,7	51,9			
	Mittel	76,5	176,3	48	**63,6**	126,3	34,3	**45,6**			

Versuche an Sommerfröschen.

No.	Datum	Gewicht	CO_2	C	C ausgabe	CO_2	C	C ausgabe	CO_2	C	C ausgabe
7.	Mai 30	83	388	105,6	127,2	315	85,8	103,3	121	33	39,7
8.	Juni 1	121	509	138,6	114,5	294	79,8	87,8	167	45	37,1
9.	4	108	688	188,4	174,4	416	113,4	105	141	38,4	35,5
10.	7	78	463	126	161,5	282	76,8	98,4	168	45,6	58,4
11.	10	100	789	214	214	512	139	139	208	55,8	55,8
12.	13	97	604	144,4	148,8	248,8	67,2	69,2	144	39	40
	Mittel	98	573	152,8	**156,7**	344,6	93,6	**100,4**	158	42,8	**44,4**

Zum Verständniss der vorstehenden Tabelle und zur Beurtheilung der aus ihr zu ziehenden Resultate habe ich nur wenige Bemerkungen hinzuzufügen. Die Beobachtungen an Winterfröschen, die vor 7—8 Monten eingefangen waren, haben einen viermal grösseren Kohlenstoffverbrauch ergeben, als Marchand für hungernde Thiere verzeichnet hat. Ich habe nur einmal, am 20. April, wo ein einzelnes Thier von 39 Grm. Körpergewicht dem Respirationsversuch unterworfen wurde, in 24 Stunden blos 23 Milligrm. Kohlensäure erhalten, die auf 100 Grm. Körpersubstanz berechnet, eine der Marchand'schen sehr nahe kommende Zahl, nämlich 15,9 Milligrm. Kohlenstoff in 24 Stunden ergeben würden. Vielleicht darf zur Erklärung dieser Differenz darauf hingewiesen werden, dass der letzterwähnte Versuch noch vor dem Eintritt der Brunstperiode frei

lebender Frösche angestellt wurde, alle anderen Experimente aber nach dem Auftreten derselben. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der Einfluss, den die Witterungsverhältnisse auf den Lebensprocess der Thiere ausüben, auch bei den in der Gefangenschaft lebenden und hungernden Fröschen sich geltend macht, und dass, weil wegen fehlenden reifen Zeugungsmaterials keine Geschlechtsverrichtungen eintreten, und kein Begattungsact Statt findet, auch die nach vollendeter Brunst gewöhnliche Erschöpfung hier ausbleibt. An frisch eingefangenen Sommerfröschen ist nichtsdestoweniger der Kohlenstoffverbrauch ein beträchtlich grösserer, so dass diese Ausgabe bei hungernden und wohlgenährten Thieren sich wie 63 : 156, d. h. wie 2 : 5 verhält. Hierbei hat sich zugleich herausgestellt, dass schon eine blos 24stündige Gefangenschaft der Thiere, wie in den Versuchen 7 und 8, eine merkliche Verringerung des Stoffwechsels gegenüber den unmittelbar nach dem Einfangen untersuchten Fröschen bedingt, wie die Versuche 9—12 lehren. Wenn ich bei Sommerfröschen eine durchgehends höhere Ziffer der Kohlenstoffausgabe als Marchand gefunden habe, so mag das an der Kleinheit meiner Versuchsthiere liegen. Denn das Körpergewicht der von Marchand verwendeten Frösche (a. a. O. S. 147) schwankte durchschnittlich zwischen 65 und 115 Grm. Meine grössten Sommerfrösche erreichten nicht einmal das von Marchand gefundene Minimum; ihr Durchschnittsgewicht betrug nur 49 Grm., während das mittlere Gewicht der Winterfrösche gar bis auf 38 Grm. herabgesunken war. Wenn Moleschott und Schelske (a. a. O. S. 5 u. 6) bei Rana temporaria die Kohlensäureausgabe von 100 Grm. Körpersubstanz für männliche Thiere von 0,730 bis 1,855 Grm. schwanken sahen und im Mittel aus 22 Versuchen 1,205 Grm. berechnen, und für weibliche Thiere unter Schwankungen von 0,576 bis 1,595 als Mittel aus sechzehn Versuchen 0,943 Grm. angeben, woraus sich als mittlerer Kohlenstoffverbrauch etwa 0,328 und 0,256 Grm. berechnen, — so ist, da das Gewicht der Thiere nicht angegeben ist, zur Erklärung dieser hohen Ziffern wohl nur die Vermuthung zulässig, dass bei den bezüglichen, in den Monaten August und September angestellten Experimenten die um diese Zeit ge-

wöhnliche Steigerung der Reizbarkeit der Frösche sich bereits eingestellt hatte, und als Product des damit verbundenen regeren Stoffwechsels jenen erhöhten Kohlenstoffverbrauch bedingte. — Die durch Curarevergiftung hervorgerufene Sistirung der Athembewegungen hat zwar eine Verminderung der Kohlenstoffausgabe zur Folge, aber doch nur in so geringem Verhältniss, dass sie bei Winterfröschen nur $^1/_4$, und auch bei Sommerfröschen nur $^1/_3$ des ganzen Kohlenstoffverbrauchs beträgt. Eine Ausnahme von diesem sonst ganz beständigen Verhältniss bildet nur Versuch 5, in welchem nach erfolgter Curarisirung die Kohlensäureausgabe selbst gesteigert erscheint. Eine Erklärung für diese Abweichung vermag ich nicht zu geben; ein Versehen irgend welcher Art war bei diesem Versuch nicht vorgekommen, und ich habe ihn daher trotz seines abweichenden Resultats auch nicht weglassen können. Wenn aber nach dem Gesammtergebniss dieser Versuche, wenigstens unter den gesetzten Bedingungen, der äusseren Körperoberfläche der Frösche in der That ein grösserer Antheil an der Wechselwirkung mit der Atmosphäre zugeschrieben werden muss, als den Lungen, so gilt dies, wie die angeführten Ziffern lehren, mehr noch von den Winter- als von den Sommerfröschen, und es wird die entschieden geringere Widerstandsfähigkeit der letzteren gegen das Curare sicherlich, zum Theil wenigstens, mit dem Umstande zusammenhängen, dass bei ihnen nur $^2/_3$ der Kohlensäureausgabe von der Haut besorgt werden kann, während bei Winterfröschen $^3/_4$ dieses Consums von der äusseren Haut vermittelt wird. Diese Leistungen der Haut werden selbst nach eingetretenem Tode und aufgehobenem Blutlaufe nicht annullirt, und liefern in den ersten acht Stunden nach dem Erlöschen des Lebens noch fast $^1/_3$ der normalen Kohlensäuremenge, die ohne Zweifel von dem fortgehenden Zerfall der Muskeln herrührt.

7. Die Frage nach dem Wege, auf welchem das Curare aus dem Körper fortgeschafft wird, und nach dem Zustande, in welchem dies geschieht, d. h. nach den Veränderungen, die das Gift bei dem Durchgange durch den Organismus erleidet, lässt sich nach den bei Fröschen gemachten Erfahrungen eben so entschieden als leicht beantworten. Die Nieren geben den

einzigen Weg her, auf welchem direct oder durch Absorption in die Blutmasse eingeführtes Curare wieder aus derselben entfernt wird, und zwar unverändert und mit allen seinen ursprünglichen toxischen Eigenschaften. Dass durch andere Ausscheidungen dies nicht geschieht, davon habe ich mich in Bezug auf den Inhalt der Gallenblase und auf das Contentum der von seröser Flüssigkeit ausgedehnten subcutanen Lymphräume und serösen Säcke bei eigends hierauf gerichteten Versuchen vollständig überzeugt. Den Gallenblaseninhalt curarisirter Frösche, den ich in der Menge von 0,2 bis 0,5 Ccm. habe gewinnen können, habe ich öfters in den dorsalen Lymphraum gesunder Thiere eingeführt, ohne jemals irgend eine bemerkenswerthe Wirkung wahrzunehmen. Ebenso habe ich von der hydropischen Flüssigkeit curarisirter Thiere, die sowohl aus der Peritonealhöhle wie aus den Lymphräumen des Rumpfs und der Extremitäten gewonnen war, gesunden Fröschen 0,5 bis 1, ja in einem Falle sogar 3 Ccm. in den dorsalen Lymphraum injicirt, und niemals auch nur das geringste Vergiftungssymptom bemerkt. Dieser negative Erfolg war übrigens schon a priori zu erwarten, da, wie bereits erwähnt wurde, es höchst unwahrscheinlich ist, dass die enormen Mengen von Flüssigkeit, die in sehr kurzer Zeit in jenen Räumen sich ansammeln können, lediglich ein Transsudat aus dem Blute sein sollten, vielmehr angenommen werden muss, dass sie grösseren Theils von aussen her durch die Haut absorbirtes Wasser sind. — Wenn dagegen der Harnblaseninhalt curarisirter Frösche anderen ganz gesunden Thieren in den dorsalen Lymphraum injicirt wird, so habe ich kein einziges Mal die Vergiftungssymptome ausbleiben sehen. 24 Stunden nach Vergiftung mit 1 Milligrm. Curare war der seitdem etwa angesammelte Harnblaseninhalt schon hinreichend zur Vergiftung eines zweiten Thieres; und wenn nach mehreren Tagen eine grössere Ansammlung von Harn eingetreten war, so genügte — wie in dem oben angeführten Fall — schon eine kleine Portion desselben zu dem gleichen Zweck. Da das Gift unter solchen Umständen in äussert diluirter Lösung eingeführt wird, so muss eine grössere Menge der letzeren resorbirt werden, um die zur Intoxication erforderliche

Curaremenge in das Blut zu bringen. Hierzu ist selbstverständlich Zeit erforderlich, und so dauert es gewöhnlich eine halbe bis ganze Stunde, ehe die Vergiftungssymptome vollständig ausgebildet sind. Ausdrücklich muss ich hierbei bemerken, dass der Harnblaseninhalt gesunder Frösche, anderen bis dahin intacten Thieren beigebracht, gar keine besondere Wirkung hervorruft. Die durch eine solche Uebertragung vergifteten Harns curarisirten Frösche habe ich ohne Ausnahme nach ca. vier Tagen wieder herumhüpfen sehen. Wurden Thiere dieser Art vor Rückkehr der willkürlichen Bewegungen geöffnet, so enthielt auch ihr Urin das Gift in voller Wirksamkeit, wie die Intoxication eines dritten Thieres lehrte; ja selbst die Uebertragung auf ein viertes Thier erweist sich als vollkommen wirksam. Aus den zahlreichen Erfahrungen, die ich über solche Uebertragungen gemacht habe, will ich nur einen Fall hervorheben. Am 15. April wurde einem Winterfrosch 1 Milligrm. Curare in der angegebenen Weise beigebracht; nach 8 Minuten waren die Vergiftungssymptome vollkommen ausgebildet. Nach drei Tagen, am 18. d. M., während bei völliger Regungslosigkeit der animalen Muskeln die Blutbewegung in der Schwimmhaut sich sehr gut erhalten hatte, von dem Gift daher auch schon eine beträchtliche Menge in den Harn übergegangen sein konnte, wurde die Leibeshöhle geöffnet, aus der mässig gefüllten Blase 1 Ccm. mit einer Pipette herausgehoben und sofort einem zweiten Thier in den dorsalen Lymphraum injicirt. Nach 25 Min. bot auch dieses das Bild vollständiger Curareintoxication dar. Acht und vierzig Stunden darauf, am 20. d. M., wo der Capillarkreislauf zwar noch sehr wohl im Gange war, die hydropischen Erscheinungen aber ganz ausserordentlich stark waren, wurden aus der mächtig gefüllten Harnblase 3 Ccm. Flüssigkeit genommen und einem dritten Thier beigebracht, indem ich die ganze Menge zur Injection glaubte benutzen zu müssen, um eine zur Intoxication hinreichende Giftdosis einzuführen. Hierdurch wurden sämmtliche Lymphräume am Rumpf und Kopf beträchtlich aufgetrieben, so dass dem Hinterleib des Thieres eine erhöhte Lage gegeben werden musste, um das Ausfliessen der Giftlösung zu verhindern. Die sicherlich ausser-

ordentliche Verdünnung der letzteren brachte es aber mit sich, dass zur Aufnahme einer hinreichenden Menge des Giftes längere Zeit erforderlich war. Erst nach einer Stunde, nach deren Verlauf übrigens — wie die Anschwellung der bezüglichen Lymphräume lehrte — noch lange nicht alle eingeführte Flüssigkeit resorbirt war, waren die charakteristischen Symptome der Curarevergiftung ausgebildet. Nach abermals 48 Stunden, am 22. d. M., wurde auch diesem Thier die Leibeshöhle geöffnet, aus der Harnblase etwa 0,5 Ccm. Flüssigkeit genommen und letztere einem vierten Thiere injicirt. In kaum einer halben Stunde war auch dieses vollständig curarisirt; acht Stunden später war es noch in demselben regungslosen Zustande; nach 24 Stunden hatte es die Herrschaft über seine Muskeln wieder erlangt; nichtsdestoweniger fand ich es drei Tage darauf todt. Es ist nach solchen Erfahrungen nicht allein daran nicht zu zweifeln, dass nur die Blutgefässe der Nieren mit solchen Einrichtungen versehen sind, die das Austreten des in die Blutmasse aufgenommenen Gifts ermöglichen, sondern dass das Curare auch weder in der Blutbahn noch im Gewebe der Nieren lebender Frösche eine seine Wirksamkeit alterirende Aenderung erfährt. Es kann das Gift auf diesem Wege vollständig aus dem Organismus entfernt werden, und es kann selbst drei Organismen nach einander durchwandern, ohne seine charakteristischen toxischen Eigenschaften einzubüssen; ja es ist nicht unwahrscheinlich, dass die in letzterer Richtung gemachten Erfahrungen mit Erfolg noch weiter geführt werden könnten, was aber kaum mehr ein besonderes Interesse bietet und daher auch von mir unterlassen ist[1]). — Es entsteht hierbei die Frage, wodurch denn das Gift, wenn es in der That in unverändertem Zustande wieder ausgeschieden wird, gewirkt habe; ob es wirklich durch blosse Berührung mit gewissen Nervenenden die-

1) Gelegentlich mag hier Erwähnung finden, dass Aehnliches auch für das Strychnin gilt. Wenn der Harnblaseninhalt mit Strychnin vergifteter Frösche gesunden Thieren in den dorsalen Lymphraum injicirt wird, so bringt er die vollständigsten Strychninkrämpfe hervor Ich habe auch diese Erscheinung an drei successive vergifteten Thieren beobachtet.

selben ausser Thätigkeit setze, oder ob, da die Annahme einer Contactwirkung dieser Art ein wirkliches Verständniss nicht bietet, nicht doch zu erweisen wäre, dass ein Theil des beigebrachten Giftes in dem Organismus verbraucht wird und in veränderter Beschaffenheit zur Ausscheidung gelangt. Ausreichenden Aufschluss könnten hierüber nur solche Versuche geben, bei denen die Menge des beigebrachten Gifts oder seines Alkaloids mit der durch den Harn ausgeschiedenen Quantität derselben verglichen werden könnten. Da für jetzt keine Möglichkeit besteht, den letzteren Theil dieses Weges mit Aussicht auf Erfolg zu betreten, so habe ich ausserhalb des Organismus die Widerstandsfähigkeit des Curare gegen oxydirende Einflüsse zu prüfen gesucht.

8. Die Thatsache, dass das Curare selbst Tage lang in der Blutbahn kräftiger Frösche verweilen, aus dem Blute in den Harn gelangen, ja diesen Weg selbst durch mehrere Thiere nach einander durchmachen kann, ohne seine Wirksamkeit einzubüssen, ohne den in dem lebenden Organismus Statt findenden Oxydationsvorgängen zu unterliegen, musste die Frage nahe legen, wie dieser Stoff sich denn ausserhalb des Organismus gegen die uns zu Gebote stehenden Oxydationsmittel verhalte. Selbstverständlich musste hierbei zunächst an die Einwirkung künstlich gewonnenen Ozons gedacht werden, und ich habe daher in dieser Richtung folgende Versuche angestellt. — Ich habe zuerst Ozon auf dem gewöhnlichen chemischen Wege gewonnen. In ein offenes Glasgefäss that ich einige Stücke Phosphor mit reinster durch Schaben gewonnener Oberfläche, und goss destillirtes Wasser hinzu, bis die Phosphorstücke zur Hälfte damit bedeckt waren. Auf den Boden des Gefässes wurden mehrere passende Glasunterlagen gestellt, die in den lufterfüllten Raum hineinragten, und auf deren oberer und ebener Seite flache Glasschaalen mit der 1 % Curarelösung aufgestellt wurden. Die mit abgeschliffenem Rande versehene Mündung des Gefässes wurde mit einer ebenfalls geschliffenen Glasplatte zugedeckt. Die Ozonbildung beginnt unter solchen Umständen bekanntlich sofort und giebt sich durch den Geruch zu erkennen; sie wird von starken Autozonnebeln begleitet, die

das Innere des Gefässes dem Auge fast unzugänglich machen. Nach einer Stunde schon hat sich so viel Ozon entwickelt, dass ein in das Glasgefäss eingeführter Streifen Jodkaliumstärkepapiers augenblicklich schwarzblau gefärbt wird. Nachdem in dieser mit Ozon reichlich geschwängerten Atmosphäre die flachen Glasschaalen mit je 1 Ccm. der 1 % Curarelösung 24 Stunden verweilt hatten, erschien die Flüssigkeit weder in ihrem Aussehen verändert, noch in ihrer Wirksamkeit alterirt; 0,1 Ccm. in den dorsalen Lymphraum eines Frosches eingeführt, brachte wie gewöhnlich in wenigen Minuten alle Vergiftungserscheinungen hervor; die Giftlösung hatte also innerhalb 24 Stunden den unter den gegebenen Umständen wirksamen Oxydationseinflüssen widerstanden. Indessen hatten die Versuchsthiere, die zwar nach 24 Stunden noch vollständig curarisirt erschienen, nach 48 Stunden doch schon die Herrschaft über ihre Muskeln wiedererlangt. Die Dosis des wirksamen Gifts musste in diesen Fällen also geringer gewesen sein, als nach der angewendeten Menge der Lösung erwartet werden durfte; es schien also das Ozon einen wenn auch nur geringen Theil des Giftes doch schon zerstört zu haben, und die Mischung war dadurch verdünnter geworden.

Nach 48stündiger Einwirkung des Ozons aber war der Sachverhalt ein ganz anderer geworden. Die Curarelösung war gebleicht worden, sie hatte ihre ursprünglich braune Farbe in eine gelbliche verwandelt. Wurde nunmehr mit einer Pipette 0,1 Ccm. herausgehoben und einem gesunden Frosche beigebracht, so blieb jedes Vergiftungssymptom aus und die Thiere hüpften nach Stunden und Tagen ganz in der gewöhnlichen Weise in ihrem Behälter umher. So erfordert also selbst eine so beträchtliche Ozonmenge, wie sie in diesen Versuchen zur Wirkung kam, ungefähr zwei Tage, um den minimalen Quantitäten von Curare, die seiner Einwirkung ausgesetzt waren, ihre giftigen Eigenschaften zu nehmen. Der sicherlich weit geringeren Menge dieses Agens, die in dem Blute des lebenden Organismus zur Wirkung kommt, müsste ein in demselben Verhältniss längerer Zeitraum gewährt werden, um das in das Blut eingetretene Gift zu vernichten. Da aber der Ausschei-

dungsprocess durch die Nieren rascher erfolgt, so geht das Curare zum grössten Theil in unveränderter Beschaffenheit und im vollen Besitz seiner giftigen Eigenschaften in den Harn über. — Da in den oben beschriebenen Versuchen die benutzte Curarelösung ihre ursprünglich neutrale Reaction in eine entschieden saure verwandelt hatte, — ohne Zweifel durch Absorption der bei der Ozonbildung auftretenden phosphorigen Säure —, so konnte es fraglich erscheinen, ob das Gift durch diese Säure oder durch das Ozon seine Wirksamkeit eingebüsst hatte. Zwar spricht der Umstand, dass das an Salzsäure oder Schwefelsäure gebundene Curarin sich vollkommen wirksam erweist (W. Preyer im Centralblatt für die medic. Wissensch 1865 S. 821), gegen einen solchen Einfluss der phosphorigen Säure; indessen war es doch wünschenswerth, dies durch directe Erfahrungen zu bestätigen. Es wurden daher weitere Versuche ganz wie die vorigen eingeleitet, mit dem Unterschiede jedoch, dass neben einer Schaale mit der Curarelösung eine andere flache Schaale mit concentrirter Jodkaliumlösung mit in das Gefäss hineingestellt wurde. Die hierdurch beabsichtigte Absorption des entstehenden Ozons erfolgte auch so vollständig, dass in den Apparat eingeführte Streifen Jodkaliumstärkepapiers selbst nach längerem Verweilen nicht im Geringsten gefärbt wurden. Die mitaufgestellte Curarelösung war nach 24 Stunden, obgleich schon sauer reagirend, doch vollkommen wirksam, so dass 0,1 Grm. derselben wie gewöhnlich einen Frosch in etwa 10 Minuten völlig regungslos machten. Nach 48 Stunden war die Wirksamkeit des Gifts ebensowenig verändert; die Absorption der phosphorigen Säure hatte dieselbe durchaus nicht gemindert. Die in den vorhergehenden Versuchen beobachtete Vernichtung der giftigen Eigenschaften des Curare war also nur durch das Ozon bewirkt, das aber freilich diesen Erfolg nur sehr langsam herbeiführte, so dass im lebenden Organismus, ehe es dazu kommt, die Ausscheidung durch die Nieren bereits erfolgt ist. — Wenn dagegen R. Richter (Zeitschr. f. ration. Med. 3. Reihe, Bd. 18, S. 79) angiebt, dass das Curare in wässriger Lösung durch einen darüber geleiteten ozonisirten Luftstrom „sehr bald“ zerstört wird

und, nachdem es hell gelblich bis nahezu farblos geworden, seine giftigen Wirkungen durchaus verliert, so wird Richter wahrscheinlich, da er im Göttinger physiologischen Institut unter Meissner's Leitung arbeitete, die v. Babo'sche Ozonröhre angewendet und dadurch eine Ozonerzeugung von so bedeutender Intensität hervorgerufen haben, dass die im lebenden Organismus vorhandenen Bedingungen derselben weit dahinter zurückbleiben und zu einem Vergleich kaum geeignet sind. Ich kann daher auch nicht einverstanden sein mit dem Ausspruche Richter's (a. a. O. S. 82), dass das Curare im thierischen Organismus sehr bald zerstört wird, dass seine „leichte" Oxydirbarkeit die Ansicht von seiner Zerstörung im Organismus wahrscheinlicher macht, als die Ansicht von seinem Ausgeschiedenwerden aus dem Körper, und dass die Rückkehr vollkommen gelähmter Frösche zu normaler Bewegung, auch wenn sie erst nach zwei, drei oder mehreren Tagen erfolgt, doch eben dieser Zerstörung des Giftes zuzuschreiben sei. Vielmehr müsste schon die lange Dauer des Vergiftungszustandes der raschen Zerstörung des Curare entschieden widersprechen. Da zur Wiederholung der Richter'schen Versuche mir der Babo'sche Apparat eben jetzt nicht zur Verfügung stand, so prüfte ich die Veränderungsfähigkeit des Curare auch noch an seinem Verhalten gegen Wasserstoffhyperoxyd. Dasselbe war von meinem Collegen Alex. Schmidt dargestellt, und enthielt mindestens das 25 fache seines Volumens Sauerstoff. Es wurden drei Portionen davon genommen: die erste von der durch die Darstellungsweise bedingten sauren Reaction, die zweite vollkommen neutral, die dritte durch Zusatz überschüssigen Natrons von schwach alkalischer Reaction. Von jeder dieser Portionen wurde je 0,5 Ccm. mit der gleichen Menge der 1 % Curarelösung zusammengebracht und bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur (18° C.) stehen gelassen. Nach 24 Stunden wurden von jeder Portion je 0,2 Ccm., in denen also die gewöhnlich angewandte Giftmenge von 1 Milligrm. enthalten war, je einem Frosch beigebracht. Bei Anwendung dieser Mischungen zeigte sich gewöhnlich an der Hautwunde, in Folge der an derselben zum Vorschein kommenden Blutspuren, deut-

liche Gasentwickelung. Die Vergiftungssymptome stellten sich hiernach ganz in der gewöhnlichen Reihenfolge ein, und nach 10 Minuten waren die Versuchsthiere immer ganz regungslos. Zeitliche Unterschiede der Intoxicationswirkung habe ich bei Anwendung dieser verschiedenen Mischungen nicht bemerkt. Jedenfalls war auch durch das Wasserstoffhyperoxyd in keiner der zur Anwendung gekommenen Combinationen das Gift in sichtlicher Weise alterirt worden. Auch nach 48 Stunden war die lähmende Wirkung die gleiche geblieben; und obgleich die neutrale und alkalische Mischung etwas gebleicht erschienen, während die saure ihre ursprüngliche Tinction unverändert beibehalten hatte, war ein Unterschied in den toxischen Eigenschaften doch nicht zu bemerken. — Ich habe endlich diese Versuche noch in der Weise modificirt, dass dem Gemisch von Curarelösung und Wasserstoffhyperoxyd zur Förderung der oxydirenden Wirkungen des letzteren noch ein Ozonüberträger, eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxyd, hinzugefügt wurde. Vorher war die Ueberzeugung gewonnen worden, dass die zersetzende Wirkung des Wasserstoffhyperoxyds auf Jodkaliumlösung durch Zusatz einer etwa 1 %igen Lösung des genannten Eisensalzes erheblich gefördert wird, indem die Gelbfärbung der Flüssigkeit durch das abgeschiedene Jod rascher und intensiver erfolgt, als ohne diesen Zusatz. Die 1 %ige Curarelösung wurde theils mit der gleichen und theils mit der doppelten Menge Wasserstoffhyperoxyd vermischt und 2 bis 4 Tropfen der Eisenlösung hinzugefügt. Bei wiederholten, bis 72 Stunden fortgesetzten Prüfungen war weder in der Farbe noch in der giftigen Einwirkung auf Frösche irgend eine Veränderung zu bemerken; nur trat die Intoxication vielleicht etwas langsamer ein, weil die Giftlösung um 100—200 % verdünnt war und eine grössere Portion derselben resorbirt werden musste, um die erforderliche Giftmenge in's Blut einzuführen. Auch nach dreitägigem Stehen dieser Gemische rief der Zusatz eines Tropfens Blut starke Gasentwickelung hervor.

Aus vorstehenden Untersuchungen lassen sich folgende Resultate ableiten:

1. Das Verhalten der Frösche gegen Curare ist nach verschiedenen Jahreszeiten verschieden: hungernde Winterfrösche widerstehen dem Gift länger, als frisch eingefangene Sommerfrösche.
2. Die Muskelnerven derjenigen Körpertheile, deren Blut zur Pfortader der Nieren gesammelt wird, erliegen dem Einfluss des Curare früher, als die Nerven anderer Muskeln.
3. Das Curare wird nur durch die Nieren ausgeschieden, und zwar im unveränderten Zustande mit allen seinen toxischen Eigenschaften.
4. Das Curare leistet auch ausserhalb des lebenden Organismus oxydirenden Einwirkungen bedeutenden Widerstand: dem Antozon (Wasserstoffhyperoxyd) widersteht es vollständig; durch Sauerstoff, der auf chemischem Wege ozonisirt worden, wird es erst nach längerer Einwirkung unwirksam gemacht.
5. Sommerfrösche zeigen einen weit regeren Stoffwechsel, der, an dem Kohlenstoffverbrauch gemessen, sich zu der entsprechenden Ausgabe der Winterfrösche wie 3 : 2 verhält.
6. Der Gasaustausch mit der Atmosphäre wird bei Fröschen zum grösseren Theil durch die äussere Haut besorgt, bei Winterfröschen zu $^3/_4$, bei Sommerfröschen zu $^2/_3$ der Gesammtausgabe an Kohlensäure; jene vertragen daher im curarisirten Zustande den Wegfall der Lungenathmung leichter und länger als diese.

Dorpat im Juli 1868.

Ueber das Zungenbein-Schildknorpel-Hilfsband (Ligamentum hyo-thyreoideum accessorium).

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XV. A.)

Ein langes, schmales, starkes, weiss-gelbliches, sehr elastisches, völlig isolirtes, zwischen dem Os hyoideum und der Cartilago thyreoidea ausgespanntes Band (a).

Vorkommen. 1862 zuerst und seit dieser Zeit 10 Mal bei beiden Geschlechtern beobachtet. Nach darüber angestellten Massenuntersuchungen zu schliessen, ist das Band in $^1/_{16}$ bis $^1/_{17}$ d. F. vorhanden gewesen.

Lage. In der Mitte des Halses vor dem Sulcus hyo-thyreoideus und vor dem Winkel der Cartilago thyreoidea.

Ursprung. Von der Mitte des unteren Randes des Körpers des Os hyoideum.

Verlauf. Unter der Halsaponeurose in der Medianlinie des Halses vor der Bursa mucosa subhyoidea — Plenck — (b.) und vor der Eminentia thyreoidea ganz vertical, oder zur Seite der letzteren etwas schräg abwärts.

Ansatz. Am Winkel der Cartilago thyreoidea oder daneben nach rechts oder links, an einer $^1/_2$—2 Lin. über der Mitte des mittleren Ausschnittes des unteren Randes der Cartilago thyreoidea befindlichen Stelle, welche bisweilen als ein

einfacher oder sogar doppelter, rundlicher oder ovaler, flacher Höcker (*) von beträchtlichem Umfange hervorragt.

Gestalt, Grösse u. s. w. Platt oder platt-rundlich strangförmig, bald und häufiger in der Mitte schmäler und an den Enden breiter (bisquitförmig), bald von oben nach unten an Breite zu- oder abnehmend, ausnahmsweise gleichmässig breit. — Schon beim 7monatlichen Embryo 4 Lin. (Par. M.) lang; in der Mitte $^1/_3$ Lin., an den Enden $^3/_4$ Lin. breit. Bei Erwachsenen 6—12 Lin. lang; $^1/_2$—2 Lin. in der Mitte, $^1/_2$—$2^1/_2$ Lin. an den Enden breit; $^1/_5$—$^1/_2$ Lin. dick. — Ist fibrös-elastisch und enthält anscheinend mehr elastische Fasern als Bindegewebsfibrillen. — Ist durch die Bursa mucosa subhyoidea (b.) vom Lig. hyo-thyreoideum medium (c.) und durch etwas schlaffes Bindegewebe und Fett von der Eminentia thyreoidea völlig geschieden, durch Bindegewebe auch von der Halsaponeurose getrennt, durch kurzes Bindegewebe aber fester mit der vorderen Wand der Bursa mucosa subhyoidea vereinigt.

Abbildung.

Os hyoideum mit Larynx und Trachea von einem Manne.

a. Ligamentum hyo-thyreoideum accessorium.
b. Bursa mucosa subhyoidea.
c. Ligamentum hyo-thyreoideum medium.
* Quer-ovaler Höcker zum Ansatz des Lig. hyo-thyreoideum accessorium am Winkel der Cartilago thyreoidea, welchem am unteren Rande der linke Fortsatz mangelt.

St. Petersburg im Mai 1868.

Ueber die Muskeln des unteren Schildknorpel-randes — Musculi thyreoidei marginales inferiores.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Taf. XV. B.)

1. Musculus incisurae mediae transversus.

Unter dem Namen Musculus thyreoideus transversus anomalus hatte ich 1845 diesen unteren Randmuskel des Schildknorpels, welchen ich als Prosector in Prag an dem Kehlkopfe einer 50jährigen Frau gefunden hatte, deren Schildknorpel am Winkel abnorm niedrig war ($4^3/_4$ Lin.), und am unteren Rande eine abnorm tiefe Incisura media besass, beschrieben und abgebildet[1]).

Die Untersuchung des im Prager Museum aufgestellten Präparates ergab folgende Beschreibung:

Der Muskel liegt im Trigonum cricothyreoideum auf den oberen zwei Dritteln des abnorm hohen Ligamentum cricothy-

1) W. Gruber: „Neuer anomaler Kehlkopfsmuskel.“ Im Aufsatze: „Ueber die Anomalien der Art. cricothyreoidea ima und der Art. cricothyreoidea, in ihrer wichtigen Beziehung zu einigen chirurgischen Operationen.“ Oesterr. medic. Jahrb. Bd. 52. Wien 1845. S. 148. Fig. 8. No. 4.

reoideum medium, unter- und innerhalb der Incisura media des unteren Randes des Schildknorpels und zwischen den oberen Theilen der Mm. cricothyreoidei. Er entspringt fleischig von der Hälfte der Incisura media und dem Processus des unteren Randes des Schildknorpels der einen Seite und inserirt sich fleischig an die Hälfte der Incisura und an den Processus der anderen Seite, und hat auch mit allen seinen Fasern Insertionsstellen am Ligamentum cricothyreoideum medium. Die obern kürzesten Bündel verlaufen quer, die mittleren und namentlich die unteren bogenförmig nach abwärts gekrümmt, von einer Seite zur anderen hinüber. Der Muskel ist 4½ Lin. hoch und 7½ Lin. breit.

Der Muskel ist gelegentlich weder von mir noch von Anderen wieder gesehen worden. Trotzdem darf er als bedeutungsloses Curiosum nicht genommen werden, weil er in dem von Eschricht[1]) bei Hylobates albifrons aufgefundenen und bei diesem Affen vielleicht constant vorkommenden M. transversus s. impar sein Analogon hat, also eine Thierbildung ist.

Bei den von mir seit 1860 geflissentlich vorgenommenen Massenuntersuchungen über den Kehlkopf wurde nebenbei auch nach diesem Muskel gesucht. Ich fand den Muskel in der beschriebenen Anordnung zwar auch nicht, aber ich fand statt seiner im December 1863 am Kehlkopfe eines Mannes ein selbstständiges unpaares linkes, später an einem anderen Kehlkopfe ein paares und endlich an einem dritten Kehlkopfe ein unpaares rechtes Schildknorpelrandmuskelchen, welche ich als wirkliche Repräsentanten seiner Hälften nehmen konnte. Nachdem ich jede dieser drei verschiedenen Beispiele wieder angetroffen hatte, schreite ich zur Beschreibung des neuen Muskelchens, worüber ich die Präparate in der Sammlung in St. Petersburg aufbewahre.

1) „Beschreibung einiger neuen Muskeln am Kehlkopfe eines langarmigen Affen (Hylobates albifrons)." — Arch. f. Anat., Physiol. u. wiss. Medicin. Berlin 1834. S. 218. Taf. II. Fig. 2 u. 3. No. 2.

2. Musculus incisurae mediae obliquus.
(Fig. 1, 2, 3).

Vorkommen. Seit dem ersten Funde des Muskels unter 160 darauf untersuchten Kehlköpfen an 6 (2 Mal beiderseits, 2 Mal rechterseits, 2 Mal linkerseits). Das Muskelchen ist somit unter 26—27 Fällen 1 Mal, und häufiger unpaar als paar zu erwarten.

Lage. An einer oder beiden Hälften der Incisura media des unteren Schildknorpelrandes knapp unter diesem (Fig. 1, a), oder häufiger lateralwärts unter demselben, medianwärts vor demselben und theilweise darüber an der vorderen Fläche der Platte des Schildknorpels (Fig. 2, 3 a); von dem Fortsatze des unteren Randes des letzteren bis gegen den Winkel; vor dem lateralen Theile des Ligamentum cricothyreoideum medium oder darüber und vor den Mm. cricothyreoidei recti; lateralwärts unter der Insertion der Mm. hyo-thyreoidei und am Fortsatze des unteren Schildknorpelrandes neben und hinter der Insertion der Mm. sterno-thyreoidei.

Gestalt. Platt — spindelförmig.

Grösse. 6—9 Lin. lang; $^1/_4$—1 Lin. am lateralen Ende, $^1/_2$—2 Lin. am Körper und medialen Ende breit; bis 1 Lin. dick.

Ursprung. Längs der einen ganzen Hälfte der Incisura media des unteren Schildknorpelrandes, von der Stelle neben dem Schildknorpelwinkel angefangen, wie ein halb gefiederter Muskel, oder mit dem medialen Endtheile in einer Länge bis $2^1/_2$ oder 3 Lin. von diesem Rande und darüber 1 Lin. hoch von der vorderen Fläche der Schildknorpelplatte, welche daselbst ein Höckerchen (Fig. 3, *) besitzen kann, neben dem Winkel, 1 Lin. auswärts von der Medianlinie und 1 Lin. vornwärts vom M. hyo-thyreoideus fleischig oder fleischig-sehnig.

Verlauf. Schräg ab-, aus- und rückwärts.

Ansatz. Sehnig an den vorderen Rand und an die Spitze oder äussere Seite des Fortsatzes des unteren Schildknorpelrandes.

Variante. In einem Falle (Fig. 2) war das linke un-

paar vorkommende Muskelchen (a) doppeltschwänzig. Das supernumeräre untere Bäuchchen (α) endete mit einer feinen Sehne in die sehnige Partie der hinteren Fläche des M. sterno-thyreoideus.

Substitution. Bei Mangel des Muskelchens war dieses an einem Kehlkopfe beiderseits durch eine feine Sehne, an einem anderen Kehlkopfe links durch ein 6 Lin. langes und 1/2 Lin. dickes Fleischbündel des M. thyreo-pharyngeus, an einem dritten und vierten Kehlkopfe wieder links durch ein Bündel vom M. cricopharyngeus vertreten.

Bedeutung. Die Lage des paaren und unpaaren M. obliquus beschränkt sich, wie die des M. transversus, auf die Incisura media des unteren Schildknorpelrandes, sein Ursprung und seine Insertion findet, wie bei letzterem, an der Incisura media und an dem Fortsatze des unteren Schildknorpelrandes statt, folglich kann der M. obliquus als Repräsentant einer oder beider Hälften des M. transversus genommen werden. Ist dies richtig, wie kaum bezweifelt werden kann, so hat der M. obliquus auch die Bedeutung derselben Thierbildung, wie der M. transversus, welche sich durch den M. obliquus nur in unvollkommeneren Graden erhalten hat, als durch den M. transversus.

H. Luschka[1]) glaubte in einem von ihm bisweilen beobachteten sehnig-fleischigen Bündel des M. cricothyreoideus, welches von der Basis des Unterhornes des Schildknorpels an dem unteren Rande seiner Platte entlang zum Ligamentum cricothyreoideum medium ausgespannt ist, den M. cricothyreoideus überbrückt und zum Theil die Grenze zwischen M. cricothyreoideus und hyo-thyreoideus abgiebt, die Hälfte des M. transversus gefunden zu haben. Gegen diese Deutung spricht aber, dass das Bündel eben nur ein solches des M. cricothyreoideus und kein selbstständiges Muskelchen ist, und dass dieses Bündel auf die Incisura media des unteren Schildknorpelrandes, wie der M. transversus, sich nicht beschränkt, son-

1) Die Anat. des menschl Halses. Tübingen 1862. S. 275.

dern darüber hinaus auch auf die Incisura lateralis erstreckt, was beim M. transversus nicht der Fall ist.

Abbildungen
von Kehlköpfen von Männern.

Fig. 1.

a. Unpaarer rechter
Musculus incisurae mediae obliquus.
b. b. Mm. cricothyreoidei recti (anomaler Weise sich kreuzend).

Fig. 2.

a Unpaarer linker
Musculus incisurae mediae obliquus bicaudatus.
α. Supernumeräres unteres Bäuchchen desselben.
β. Abgesondertes Bündel des rechten M. hyo-thyreoideus.

Fig. 3.

a. a. Paarer Musculus incisurae mediae obliquus
(*) Höckerchen am Schildknorpel zum Ursprunge des rechten Muskelchen.

St. Petersburg, $\frac{\text{25. Mai}}{\text{6. Juni}}$ 1868.

Ueber den seltenen Schildknorpelhorn-Giessbeckenknorpelmuskel (Musculus kerato-arytaenoideus).

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel XV.C.)

Man kannte bis jetzt folgende 9 Arten anomaler Kehlkopfmuskeln: 1. M. thyreo-hyoideus superior, minor, azygos — Sömmerring[1]) — (zum Körper des Os hyoideum); 2. M. thyreo-hyoideus superior minor, par — Morgagni[2]), Haller[3]) — (zum Ende des Cornu majus desselben); 3. M. thyreo-syndesmicus — Sömmerring[4]); 4. M. thyreo-hyoideus lateralis s. kerato-hyoideus — W. Gruber[5]); 5. M. thyreoideus transversus — Gruber[6]); 6. M. kerato-cricoideus — Merkel[7]); 7. M. crico-corniculatus — Tourtual[8]); 8. M. thyreo-

1) De corp. hum. fabrica. Tom. III. Traj. ad Moen. 1796. p. 117.

2) Epist. anat. XI. art. 43. Patavii 1764. p. 112.

3) Elem. physiol. Tom. III. Libr. IX. Sect. I. p. 383. Lausannae 1766.

4) L. c.

5) Neue Anomalien etc. Berlin 1849. 4. p. 14.

6) „Neuer anomaler Kehlkopfsmuskel." Im Aufsatze: Ueber die Anomalien der Art. thyreoidea ima und der Art. cricothyreoidea in ihrer wichtigen Beziehung zu einigen chirurgischen Operationen. Oesterr. med. Jahrb. Bd. 52. Wien 1845. S. 148. Fig. 8. No. 4.

7) Anat. u. Physiol. d. menschl. Stimm- u. Sprach-Organs. Leipz. 1857. 8. S. 132. Fig. 44. d.

8) Neue Untersuchungen über den Bau des menschl. Schlund- und Kehlkopfs. Leipzig 1846. 8. S. 105.

trachealis — Gruber[1]) und 9. die Varianten des M. levator glandulae thyreoideae mit Ursprung von verschiedenen Stellen der Cartilago thyreoidea — Meckel[2]), Gruber[3]), Bergmann[4]), Luschka[5]).

Zu diesen Arten gehört noch eine 10. Art, d. i. der Schildknorpelhorn - Giessbeckenknorpelmuskel — M. kerato-arytaenoideus (Fig. a).

Der Muskel liegt an der hinteren Kehlkopfwand zwischen dem lateralen Rande des M. crico-arytaenoideus posticus und der Cartilago thyreoidea. Er ist bandförmig, 9 Lin. lang, $^3/_4$—1 Lin. breit und $^1/_3$ Lin. dick. Er entspringt sehnig von dem medialen Theile des hinteren convexen Randes des unteren Hornes der Cartilago thyreoidea neben dem Lig. kerato-cricoideum posticum inferius, wird noch am Horne gelagert fleischig, steigt an diesem eine kurze Strecke aufwärts, verlässt es und krümmt sich hinter dem Lig. kerato-cricoideum posticum superius medianwärts gegen den M. crico-arytaenoideus posticus, steigt zwischen diesem Muskel und der Cartilago thyreoidea an ersterem schräg auf- und einwärts und inserirt sich mit einer platten, $1^1/_2$ Lin. langen und 1—$1^1/_4$ Lin. breiten Sehne an den Processus muscularis der Cartilago arytaenoidea.

Ich habe diesen Muskel bei geflissentlich vorgenommenen Untersuchungen von mehreren Hunderten von Kehlköpfen nicht beobachtet, gelegentlich aber 1865 an dem Kehlkopfe eines Mannes (Fig.), den ich in meiner Sammlung aufbewahre, und nur linkseitig angetroffen. Der Muskel kann somit nur äusserst selten vorkommen.

St. Petersburg im Mai 1868.

---

1) Bull. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Pétersbourg. Tom. III. p. 153; Mélang. biol. Tom. III. Livr. 4. St. Petersburg 1861. p. 475. Fig. 1 et 2 a.

2) Handb. d. menschl. Anat. Bd. 4. Halle u. Berlin 1820. S. 449.

3) Neue Anomalien. S. 13.

4) Anthropotom. u. zootom. Notizen. Müller's Archiv f. Anat. u. s. w. 1855. S. 338.

5) Die Anat. des menschl. Halses. Tübingen 1862. S. 299.

Ueber eine neue Variante des Musculus thyreo-trachealis und über den Musculus hyo-trachealis.

Von

Dr. Wenzel Gruber,
Professor der Anatomie in St. Petersburg.

(Hierzu Tafel XV. D.)

In der Sitzung der math.-physic. Classe der Academie der Wissenschaften in St. Petersburg am $\frac{30. \text{ November}}{12. \text{ December}}$ 1860 wurde ein Aufsatz gelesen, welchen ich über den von mir entdeckten Schildknorpel-Luftröhrenmuskel — Musculus thyreo-trachealis — eingesandt hatte. Der Aufsatz, in welchem nicht nur der neue Muskel ausführlich geschildert ist, sondern auch die bis dahin gekannten 7 andern Arten supernumerärer Larynxmuskeln zusammengestellt sind, erschien 1861 [1]).

Der M. thyreo-trachealis ist daselbst als der am häufigsten ($^1/_4$ d. F.) vorkommende supernumeräre Larynxmuskel bezeichnet, als paarer oder unpaarer, (häufiger) oder, durch Verschmelzung der Muskeln beider Seiten (i. $^5/_6$ d. F.), zweiköpfiger auftretend angegeben. In den ersteren beiden Fällen

---

1) W. Gruber: „Ueber den neuen Schildknorpel - Luftröhrenmuskel - M. thyreo-trachealis Mit zwei Holzschnitten. — Bull. de l'Acad. Imp des sc. St. Petersbourg. Tom. III. 1861. 4. p 153 157. Mélang. biolog. Tom. III. Livr. 4. 1861. 8. p. 475 – 481.

ist der Muskel bandartig, bis 3 Cent. lang, bis 5 Mm. breit und bis 1 Mm. dick; in letzterem ϒ förmig, bis 3 Cent. 5 Mm. lang, am Körper bis 15 Mm. breit und bis 2 Mm. dick. Seine Lage hat er oben in dem von den Mm. cricothyreoidei begrenzten Trigonum cricothyreoideum vor den seitlichen Theilen des Lig. cricothyreoideum medium oder daneben vor den genannten Muskeln; weiter unten vor der Mitte des Bogens der Cartilago cricoidea, ganz unten vor dem obern Theile der Trachea hinter dem Isthmus der Glandula thyreoidea. Stellen des seitlichen Theils des mittleren Ausschnittes des unteren Randes der Cartilago thyreoidea bis zum Processus dieses Randes lateralwärts, oder diese letzteren allein, neben, vor oder sogar hinter den Mm. cricothyreoidei dienen dem Muskel zum Ursprung. Der Verlauf des einköpfigen Muskels und der Köpfe des zweiköpfigen Muskels ist schräg. Der Muskel endet fast immer und in verschiedener Höhe sehnig und zwar in eine dünne, verschieden kurze oder lange, bis 12 Mm. breite, gewöhnlich dreieckige Aponeurose, deren strahlenförmig auseinander fahrende Fasern sich mit dem Perichondrium der Trachea in verschiedener Höhe und Ausdehnung am 1.—9. Trachealring vereinigen.

Bei den seit Jahren angestellten Massenuntersuchungen über den Larynx, deren Resultate zu seiner Zeit werden veröffentlicht werden, beobachtete ich 1863 an der Leiche eines 15jährigen Knaben einen unpaaren rechtseitigen M. thyreo-trachealis biceps, welcher seinen Verlauf vor dem Isthmus der Glandula thyreoidea zur Trachea nahm; und 1861 an der Leiche eines Weibes eine andere Art von anomalen Trachealmuskeln, d. i. einen paaren M. hyo-trachealis.

a. Vor dem Isthmus der Glandula thyreoidea verlaufender Musculus thyreo-trachealis. (Fig.)

Der Muskel (a) entspringt von der rechten Hälfte des unteren Randes des mittleren Ausschnittes des unteren Randes der Cartilago thyreoidea vor dem Ursprunge des M. cricothy-

reoideus mit zwei bandartigen Bündeln oder Köpfen, einem medialen (α) vor dem medialen Rande des M. cricothyreoideus und einem lateralen (β); von ersterem $1^1/_2$—2 Lin. lateralwärts und eben so weit vom Processus des unteren Randes der Cartilago thyreoidea entfernt medianwärts. Beide Bündel verlaufen vor dem M. cricothyreoideus, diesen kreuzend, dann vor dem Isthmus der Glandula thyreoidea schräg ab- und medianwärts. Gegen ihr Ende vor dem Isthmus vereinigen sie sich zu dem kurzen Körper des Muskels, welcher am 4. Trachealring in eine Aponeurose endigt, die mit strahlig auseinander fahrenden Fasern mit dem Perichondrium der Trachealringe sich vereinigt und vom 4. Ring angefangen abwärts an die Trachea sich inserirt. Der Muskel ist 4 Cent. lang; an den Köpfen 3—$3^1/_2$ Mm., am Körper $3^1/_2$—4 Mm. breit; bis 1 Mm. dick. Der um den Isthmus der Glandula thyreoidea wie eine Schleife gebogene Muskel wirkt nicht nur wie der gewöhnliche M. thyreo-trachealis, sondern trägt auch dazu bei, die Glandula thyreoidea in ihrer Lage zu erhalten.

An demselben Präparate sind noch 3 für den rechten Lappen der Glandula thyreoidea bestimmte Mm. levatores zu sehen. Ein Levator (b.) entspringt vom rechten Processus des unteren Randes der Cartilago thyreoidea und endigt an einem Höcker des oberen Randes des rechten Lappens der Glandula thyreoidea neben deren Isthmus; ein anderer (c.) kommt von dem nächst hinteren Bündel des M. hyothyreoideus und begiebt sich zur hinteren Fläche des rechten Lappens der Glandula thyreoidea unter dessen oberem vorderen Rande; ein dritter (d.) endlich kommt mit einem Bündel von dem hintersten Bündel des M. hyothyreoideus, mit dem anderen vom M. thyreopharyngeus, und befestigt sich an die Spitze des rechten Lappens der Glandula thyreoidea.

Das Präparat habe ich in meiner Sammlung aufbewahrt.

b. Musculus hyo-trachealis.

Der rechte Muskel entspringt vom vorderen Ende des grossen Hornes des Os hyoideum, der linke von da und mit einigen Bündeln vom Körper desselben. Der 5 Mm. breite und

1 Mm. dicke Muskel steigt jederseits auf dem entsprechenden M. hyothyreoideus 5 Mm. rückwärts von dessen vorderem Rande, dann medianwärts vom M. sternothyreoideus, auf dem M. cricothyreoideus hinter dem Isthmus der Glandula thyreoidea abwärts. Am ersten Trachealring endet er in eine Aponeurose, welche sich, am ersten bis dritten Trachealring mit deren Perichondrium vereinigt, an die Trachea inserirt.

An der rechten Seite des Larynx ist ausserdem ein M. thyreo-trachealis zugegen, der am ersten Trachealring sehnig endet. An der linken Seite sind zwei vor einander liegende Mm. levatores glandulae thyreoideae vorhanden. Der oberflächliche dieser Muskeln entspringt über dem mittleren Ausschnitte des untern Randes der Cartilago thyreoidea von dieser neben dem M. hyothyreoideus und endet an der vorderen Fläche des Isthmus der Glandula thyreoidea; der tiefe entspringt am Rande des genannten Ausschnittes neben dem M. cricothyreoideus und heftet sich an die hintere Seite des Isthmus der Glandula thyreoidea.

Erklärung der Abbildung.

a. Musculus thyreo-trachealis biceps.
- α. Medialer Kopf.
- β. Lateraler Kopf.

b., c., d. Mm. levatores glandulae thyreoideae.

St. Petersburg im Mai 1868.

Ueber die Nerven-Endigung innerhalb der motorischen Endplatten.

Von

Dr. W. Krause,
Prof. in Göttingen.

Die motorischen Endplatten des Frosches dürften bisher nur unvollständig erkannt worden sein. Dieselben sind von bedeutender Länge, z. B. 0,24 Mm. im Maximum, aber geringer Breite, z. B. 0,015—0,03; sie haben dabei nur die unbedeutende Dicke von 0,003 Mm. Characterisirt sind sie durch ihre sehr längliche Form, die selbst dann auftritt, wenn die Dimensionen der ganzen Endplatte sich viel geringer als die oben angegebenen herausstellen, was mitunter vorkommt. Zwischen den kreisförmigen Endplatten der Säuger, Vögel und Reptilien einerseits und den länglichen der nackten Amphibien und Fische andererseits bilden die Endplatten der Schildkröte vermöge ihrer ovalen Form eine Mittelstufe.

Die Endplatten des Frosches enthalten 4—5 Kerne, etwas granulirte Substanz, deren Körnchen bis zu 0,001 Mm. messen, und blasse sich durch Goldchlorid färbende Terminalfasern, welche aus den eintretenden Nervenfasern hervorgehen. Letztere sind entweder einzeln vorhanden, so dass eine dicke doppeltcontourirte Nervenfaser mittelst der Endplatte aufhört; oder eine solche Faser theilt sich eine kürzere oder längere Strecke, bevor sie an die Endplatte herantritt, in zwei bis drei Nervenfasern, die noch von Neurilem umhüllt werden. Dieselben sind

entweder doppeltcontourirt und zugleich kürzer, oder sehr fein und zugleich von längerem Verlaufe, ehe sie zu der motorischen Endplatte gelangen. Jede Muskelfaser ist, wie bei den Säugethieren, ungefähr in der Mitte ihrer Länge mit nur einer einzigen Endplatte versehen, zu welcher nach dem Gesagten aber mehrere doppeltcontourirte Nervenfasern treten können.

Wie immer die zutretenden Nervenfasern beschaffen sein mögen, stets gehen aus denselben durch Theilung mehrere blasse Terminalfasern von etwa 0,002 Mm. Dicke hervor. Dieselben verlaufen parallel der Längsrichtung ihrer Muskelfaser, während die zu der Endplatte tretenden, von Neurilem bekleideten Nervenfasern theils in der Querrichtung der Muskelfasern, theils deren Längsrichtung folgend zu denselben gelangen.

Die blassen Terminalfasern bleiben nun entweder unverästelt, indem sie sich neben den Kernen der Endplatte hin erstrecken, oder sie theilen sich, sei es sofort, sei es erst während ihres Verlaufs innerhalb der Endplatte in sehr zahlreiche, nur 0,008 Mm. dicke Aeste, die mit kleinen knopfförmigen Endanschwellungen aufhören. Die letzteren dürfen nicht mit der sehr sparsamen, oben erwähnten, fein granulirten Masse verwechselt werden. Die Länge dieser Aeste kann bis zu 0,03 Mm. betragen, und eine unglaublich reichhaltige Nerven-Verbreitung sich finden. Manchmal stellen sie ganz kurze Auswüchse der beschriebenen breiteren Terminalfasern dar. In der Profilansicht bedingen diese sehr zahlreichen Endanschwellungen eine gegen die contractile Substanz gerichtete feine Zähnelung.

Nachdem diese Verhältnisse, die trotz ihres mannigfaltigen Wechsels beim Frosch vielleicht am besten zu beobachten sind, einmal festgestellt waren, gelang es bei Lacerta agilis und im M. retractor bulbi der Katze mit Hülfe von Goldchlorid eine ganz analoge Vertheilung sehr feiner, vielfach verästelter, blasser Terminalfasern innerhalb der motorischen Endplatten wahrzunehmen. Die bisher sogenannte „feinkörnige Substanz“ der Endplatten besteht, wie sich mit besseren Hülfsmitteln zeigen lässt, zum grössten Theile aus nichts Anderem, als den knopfförmigen Endanschwellungen und optischen Querschnitten von solchen sehr feinen und blassen Terminalfasern. Obgleich mit-

unter einzelne der letzteren auch ungetheilt mit einer etwas dickeren Endanschwellung aufhören, so kommen doch niemals membranartige Ausbreitungen vor. Bei der Goldchlorid-Methode hat man sich besonders vor der Verwechselung mit elastischen Fasern zu hüten, welche sich ebenfalls schwarz färben.

Nachdem an Fischen (Hecht) analoge Resultate wie beim Frosch erhalten waren, lässt sich nicht bezweifeln, dass dieselben für sämmtliche Wirbelthiere Gültigkeit haben. Für den Sachkenner bedarf es keiner Auseinandersetzung, dass in den jetzt festgestellten Thatsachen alle bisherigen auf unbefangener Naturbeobachtung beruhenden Beschreibungen ihre Bestätigung finden. Die Details sind beim niederen Wirbelthier in hohem Grade wechselnd und mannigfaltig, woraus sich die bisher bestehenden Schwierigkeiten für die Erkennung der wirklichen Verhältnisse von selbst ergeben. Die noch obschwebenden Controversen lassen sich sämmtlich mit Leichtigkeit aufklären, worüber indessen weitere Mittheilungen vorbehalten werden.

Göttingen, den 20. Juli 1868.

Ueber die physiologische Wirkung des Cyan-Gases.

Von

Dr. W. Laschkewitsch
aus St. Petersburg.

Die Existenz der Cyan-Hämoglobinverbindungen unterliegt, Dank den Arbeiten von Preyer und Hoppe-Seyler, keinem Zweifel mehr. Nicht blos Cyan-Wasserstoff, sondern auch Cyankalium treten mit Hämoglobin in chemische Verbindung ein. Was aber Cyangas anbelangt, so sind seine Beziehungen zu dem Blut und thierischen Organismus so wenig bestimmt, dass Dr. Hermann in seinem Buche dasselbe mit vollem Rechte in die Reihe der Gase von unbekannter Wirkung gestellt hat (Grundr. der Phys. des Menschen S. 153).

Ich habe daher im Laboratorium des Herrn Professor du Bois-Reymond eine Reihe von Versuchen angestellt, um die Wirkung des Cyangases auf das Blut und den thierischen Organismus näher kennen zu lernen. Das Cyangas wurde auf gewöhnliche Weise durch Zersetzung des Quecksilber-Cyans dargestellt. Meine erste Aufgabe war, die Wirkung des Cyangases auf das Blut zu prüfen. Leitet man Cyangas durch frisches, defibrinirtes Blut, so verliert das letztere allmählich seine Farbe und wird nach einiger Zeit vollständig dunkel. Bringt man einen Tropfen von solchem Blute unter das Mikroskop, so findet man die Blutkörperchen klumpenweise schwimmen in geldrollenähnlichen Säulen, wie es gewöhnlich der Fall

ist. Einige von ihnen haben ihre Form geändert, sind länglich sternförmig geworden, einige vollständig zerstört, zum grössten Theil aber behalten sie ihr normales Aussehen. Untersucht man solches Blut spectroscopisch, so sieht man auf ihrer gewöhnlichen Stelle beide Oxy-Hämoglobinstreifen, nur sind dieselben ziemlich blass. Diese Blässe ist besonders wahrzunehmen in dem breiteren Streifen, der näher zu E liegt. Wird das Gas während der Beobachtung durchgeleitet, so ist leicht zu sehen, dass das Blasswerden an dem breiteren Streifen anfängt, indem es sich allmählich in der Folge auf den zweiten Streifen fortsetzt. Bei weiterer Durchleitung des Gases schwinden die beiden Oxyhämoglobinstreifen, anstatt deren eine breite Linie mit verwischten Rändern zum Vorschein tritt, grade so wie es bei der Einwirkung von reducirenden Stoffen der Fall ist. Daraus wäre denn zu schliessen, dass das Cyangas auf das Oxyhämoglobin reducirend wirken müsse. Weitere Untersuchungen aber haben uns gezeigt, dass die Wirkung des Cyans auf das Hämoglobin viel weiter geht Es ist nämlich bekannt, dass das reducirte Hämoglobin Sauerstoff wieder aufnimmt, sobald es mit demselben nur in Berührung kommt, und in Folge dessen die beiden Absorptionsstreifen im Spectrum wieder erscheinen. Die reducirenden Stoffe rauben also nicht dem Hämoglobin die Fähigkeit, sich mit Sauerstoff zu verbinden. Anders verhält es sich bei der Einwirkung des Cyans auf eine Hämoglobinlösung. Die verschwundenen Absorptionsstreifen treten nicht mehr auf, trotz langen Schüttelns mit der Luft, was für die Zerstörung des Hämoglobins durch Cyangas spricht. Dieser Umstand veranlasste mich, die Wirkung des Cyans auf eiweisshaltige Flüssigkeit zu prüfen. Es wurde Cyangas in eine Lösung von Eiweiss durchgeleitet, nach einiger Zeit wurde die klare Flüssigkeit opalescent und bald darauf kam eine schwache Trübung zum Vorschein. Wir sehen also, dass das Cyangas auf Eiweissstoffe alterirend wirkt. Wichtig wäre es, die Absorptionsfähigkeit des Blutes für Cyan genau zu bestimmen; bei der schnellen Zersetzbarkeit des Cyans in Flüssigkeiten lassen sich leider kaum sichere Resultate hierbei erwarten, und wir sehen uns daher genöthigt, von dieser Untersuchung vor der Hand abzustehen.

Ferner untersuchte ich den Einfluss des Cyans auf Flimmerbewegung. Verfolgt man unterm Mikroskope die Flimmerbewegung unter dem Einflusse einer wässerigen Lösung des Cyans, so beobachtet man, dass eine schwache Lösung die Flimmerbewegung beschleunigt, eine concentrirtere aber dieselbe aufhebt; das Verhalten des Cyans in diesem Falle ist also dasselbe wie das des Ammoniaks.

Ueber die Wirkung des Cyans auf den thierischen Organismus finden wir nur eine kurze Angabe bei Eulenberg in seinem Buche: „Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen.“ Eulenberg giebt nämlich an, dass das Cyan zuerst reizend auf die Nasen- und Augenschleimhaut wirkt, dann heftige Krämpfe hervorruft, unter denen das Thier zu Grunde geht. Bei der Obduction ist besonders auffällig, wie schnell das Blut die hellrothe Farbe annimmt. (Dieses letztere ist mir jedoch nicht gelungen zu beobachten.) Das ist alles, was wir bei Eulenberg über die Wirkung dieses Stoffes vorfinden.

Ich stellte es mir daher zur Aufgabe, über die Wirkung des Cyans eine eingehendere Untersuchung zu unternehmen.

Zu meinen Versuchen benutzte ich sowohl kaltblütige Thiere, wie Frösche, Eidechsen und Tritonen, als auch warmblütige, wie Vögel, Kaninchen und Meerschweinchen. Setzt man unter eine Glocke einen Frosch oder Eidechse und leitet man dann Cyan durch, so zeigt sich das Thier zuerst unruhig, schliesst die Augen zu, die Haut erscheint reichlich mit Secretion bedeckt, das Thier bekommt bald ein stumpfes Aussehen und dann treten Krämpfe ein. Wird das Thier aus der Glocke herausgenommen, so hören bald die Krämpfe auf, das Thier bleibt aber dann paralysirt. Die Hautsensibilität ist beträchtlich gesunken: verdünnte Säuren, die beim normalen Frosche starken Reflex hervorrufen, bleiben hier ganz ohne Reaction, oder bringen höchstens sehr schwache Reflexe hervor. Das blossgelegte Herz dieser Thiere steht in der Diastole still. Tritonen in Wasser gelegt, das mit Cyan gesättigt war, sterben bald ab. Warmblütige Thiere verhalten sich beinahe ebenso, mit dem Unterschiede nur, dass bei allen die Symptome der Cyanvergiftung sich schneller entwickeln und stärker ausgeprägt waren.

Kaninchen und Meerschweinchen, die unter eine Glocke gesetzt wurden, zeigten beim Durchleiten von Cyan Unruhe, thränende Augen, Schleimabsonderung der Nase, wobei die Thiere wie betäubt auf die Seite fielen, von starken Krämpfen befallen wurden, unter denen sie rasch zu Grunde gingen. Mit Ausnahme der Cyanose der Lippen, Lunge, Conjunctiva palpebrarum und einer Ueberfüllung der Pia mater waren keine besonderen Erscheinungen an den durch Cyan vergifteten Thieren zu bemerken. Das Blut aus dem Herzen zeigte bei der Spectralanalyse die Oxyhämoglobinstreifen. Die grösste Empfindlichkeit gegen Cyan zeigten Vögel: verhältnissmässig unbedeutende Mengen des Cyans genügten, um Sperlinge und Meisen augenblicklich zu tödten. Wenn man die Thiere bei den ersten Zeichen der Cyanwirkung aus der Glocke befreit und der Luft aussetzt, so erholen sich dieselben in 2—3 Stunden. Man bemerkt an ihnen in dieser Zeit Sensibilitätsverlust, krampfhafte Bewegung des Diaphragma, während die Thiere in tiefer Narcose sich befinden. Folglich sind die Haupterscheinungen der Cyanvergiftung Betäubung des Thieres mit Sensibilitätsverlust und starke tetanische Krämpfe. Wenn wir der Ursache dieser Wirkung des Cyans nachforschen, so müssen wir unbedingt dem Nervensystem den Hauptantheil an allen eben beschriebenen Erscheinungen zuschreiben, aber diese Erscheinungen könnten sich ebenso primär wie consecutiv ausbilden. Die Gehirnanämie wird dieselben Symptome zur Folge haben, ob sie durch Gefässverengerungen, oder durch plötzlichen Stillstand des Herzens hervorgerufen wird. Es lag folglich die Aufgabe vor, zu eruiren, ob Anämie oder der directe Einfluss des Cyans auf's Gehirn die oben erwähnten Erscheinungen hervorbrachten.

Einem grossen Kaninchen wurden beide Sympathici am Halse durchschnitten, um auf diese Weise der Möglichkeit einer spasmodischen Zusammenziehung der Gefässe und der dadurch bedingten Gehirnanämie mit dieselbe begleitenden Krämpfen, soweit diese Erscheinungen in causalem Verhältnisse zu einander stehen, vorzubeugen. Das Thier ward darauf vergiftet. Das Resultat fiel im negativen Sinne aus: Die Krämpfe erfolgten ganz in derselben Weise, wie ohne vorherige Durchschneidung der Sym-

pathici. Damit ist jedoch die Frage noch lange nicht erledigt. Wir haben Stillstand des Herzens an Fröschen, Tritonen und Eidechsen, die mit Cyan vergiftet waren, beobachtet, es wäre leicht zu vermuthen, dass die Krämpfe eben durch den letztgenannten Umstand bedingt seien.

Zur Lösung dieser Frage unternahmen wir auf Anrathen des Prof. Rosenthal folgenden Versuch. Zum Zwecke der unmittelbaren Beobachtung der Herzthätigkeit wurde dem Versuchskaninchen der Thorax geöffnet, worauf künstliche Athmung eingeleitet und im Verlaufe des ganzen Versuches unterhalten ward. Die eingeblasene Luft strich durch ein Müller'sches Ventil, das mit Wasser gesperrt war. Durch ein seitliches Rohr, welches gleichfalls unter Wasser mündete, konnte dieser Luft das Cyangas in beliebigen Mengen beigemischt werden. Diese bequeme und exacte Methode ist von Prof. Rosenthal für das Studium der Wirkung von Gasen erfunden und schon öfter angewendet worden. Sobald das Cyangas einmal eingeathmet war, stand das Herz einen Augenblick still in der Diastole, bald aber fing das Herz wieder an zu schlagen, wiewohl langsamer, jedoch vollkommen regelmässig und kräftig; die tetanischen Krämpfe stellten sich auch hier bald ein. Kein Zweifel also, dass die Krämpfe in keinem causalen Zusammenhange mit dem beobachteten Herzstillstande stehen. Es bleibt also nur anzunehmen, dass das Cyangas bei seinem Eindringen (durch das Blut) in's Gehirn in demselben eine Reizung hervorruft, die das Zustandekommen der Krämpfe zur Folge hat. Diese Annahme wird noch dadurch unterstützt, dass das Cyangas auf einen frisch ausgeschnittenen Nerven geleitet, denselben in einen Reizungszustand versetzt.

Es bleibt noch übrig über die Wirkung des Cyan's auf's Herz zu berichten. Wir haben oben erwähnt, dass unter anderen Symptomen bei Cyanvergiftung man immer Stillstand des Herzens in der Diastole vorfand, obwohl derselbe bei Kaninchen nur kurz andauerte. Beim Durchschneiden der beiden Vagi wird dies nicht beobachtet, obgleich das Herz sich viel langsamer contrahirte. Das zeigt, dass Cyan den Stillstand des Herzens durch die Einwirkung auf die Ursprünge der Nn. vagi

in der Medulla hervorruft, nebenbei aber auch etwas auf die Herzcentra einwirkt.

Alle diese Versuche lassen uns über die Einwirkung des Cyans zu folgenden Schlüssen kommen:

1. Cyan geht mit Hämoglobin keine chemische Verbindung ein, obwohl dasselbe darauf eben so verändernd wie auf andere Eiweisskörper wirkt.
2. Die Flimmerbewegungen der Epithelien werden verstärkt oder ganz aufgehoben durch wässerige Cyanlösung, je nach der Concentration der Lösung.
3. Die starken tetanischen Krämpfe haben ihre Ursache in der Einwirkung des Cyans auf das Central-Nervensystem.
4. Herzstillstand wird durch die Reizung der Nn. vagi hervorgerufen.
5. Auf die peripherischen Nerven wirkt Cyan als mächtiger Reiz.
6. Das Blut der mit Cyan vergifteten Thiere zeigt bei Spectraluntersuchung deutlich die beiden Oxyhämoglobinstreifen.

Berlin, Anfangs August 1868.

Ueber den zeitlichen Verlauf der Schwankung des Muskelstromes am Musc. gastrocnemius.

Von

Dr. Sigmund Mayer
in Heidelberg.

Bernstein hat den zeitlichen Verlauf der negativen Schwankung des Muskel- und Nervenstromes mit Hülfe eines zu diesem Zwecke construirten Apparates untersucht. Eine vorläufige Mittheilung der Leistungen dieses Apparates und der damit gewonnenen Resultate ist der Akademie der Wissenschaften in Berlin[1]) vorgelegt worden.

Mit Hülfe ganz derselben Versuchsanordnungen, deren ausführliche Darlegung durch Bernstein demnächst erfolgen wird, habe ich nun den zeitlichen Verlauf der Schwankung des Muskelstromes am Musc. gastrocnemius untersucht. Da die Versuche von Bernstein sich nur auf den regelmässig gebauten, parallelfaserigen Muskel (Musc. sartorius) des Frosches beziehen, so schien die Ausdehnung derselben auf den unregelmässig gefaserten, mit natürlichem Querschnitt versehenen Musc. gastrocnemius nicht ohne Interesse zu sein.

Der M. gastrocnemius wurde in der gewöhnlichen Weise präparirt und vom N. ischiadicus aus in Contraction versetzt. Die Ableitung zum Galvanometer geschah von der Achillessehne und dem natürlichen Längsschnitt am oberen Ende der Rückenfläche des Muskels.

Die Versuche ergaben nun, dass man während des Ablaufes der Schwankung an letzterer zwei Stadien unterscheiden muss. In dem ersten Stadium ist die Schwankung eine negative, der Strom erleidet eine Abnahme, in dem zweiten Stadium ist die Schwankung eine positive, der Strom erleidet eine Zunahme.

1) Monatsberichte der Berliner Akademie. Sitzungen vom 14. Februar und 18. Juli 1867.

Die Curve der Schwankung besteht somit aus zwei Abschnitten, einem negativen und einem positiven, wenn man die jeweiligen Höhen des Stromes als Ordinaten auf die Abscisse der Zeit aufträgt. Das Maximum der negativen Schwankung übertrifft für gewöhnlich das Maximum der positiven.

In einer kleinen Tabelle stelle ich für 10 Versuche die für einzelne Theile der Schwankungscurve berechneten Zeitwerthe in Secunden zusammen.

Es bedeutet

t die Zeit vom Moment der Reizung bis zum Anfang der negativen Schwankung,

T die Zeit vom Moment der Reizung bis zum Ende der positiven Schwankung,

– M die Zeit vom Moment der Reizung bis zum Auftreten des Maximums der negativen Schwankung,

+ M die Zeit vom Moment der Reizung bis zum Auftreten des Maximums der positiven Schwankung.

Nummer	t	– M	+ M	T
1	0,0034	0,008	0,010	0,020
2	0,0040	0,007	0,010	0,020
3	0,0040	0,007	—	—
4	—	—	0,010	0,011
5	—	—	0,017	0,019
6	—	—	0,017	0,020
7	—	—	0,014	0,018
8	—	—	0,014	0,017
9	—	0,006	0,008	0,013
10	—	0,006	0,010	0,012
Mittel	0,0038	0,007	0,012	0,017

Diese Zahlen ergeben nun, dass die Schwankungscurve zum grösseren Theile noch in das Stadium der latenten Reizung hineinfällt. Die Differenzen in den einzelnen Versuchen erklären sich wohl hinreichend aus der verschiedenen Länge der Muskeln, ihrer variabeln Erregbarkeit und dem damit in Zusammenhang stehenden ungleichmässigen Beginne der Contraction.

Die Schwankung des Muskelstromes zeigte die beschriebenen Eigenschaften sowohl an ausgespannten Muskeln, als an solchen, die den Elektroden frei auflagen. An Muskeln mit starkem Muskelstrom habe ich den positiven Theil der Curve gewöhnlich vermisst, während die Curve regelmässig die beschriebene ist, wenn die Muskeln von Haus aus schwach elektromotorisch wirksam, oder durch Aufbewahren der Frösche in Eis künstlich parelektronomisch gemacht worden waren.

Die Schnelligkeit psychischer Processe.

Von

F. C. Donders.

Erster Artikel.

Einleitung.

Während die Philosophie sich im Abstracten mit der Betrachtung der psychischen Erscheinungen beschäftigt, hat die Physiologie, über die Resultate der Philosophie verfügend, den Zusammenhang zwischen diesen Erscheinungen und der Gehirnthätigkeit zu untersuchen. Auf morphologischem Gebiet springt dieser Zusammenhang sogleich in's Auge. Gegenüber den bekannten Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Anthropologie ist jeder Zweifel über das Bestehen eines solchen Zusammenhangs unhaltbar. Aber die Physiologie kann sich mit diesem allgemeinen Resultat nicht zufrieden stellen. Im Verband mit den Störungen, die bei krankhaften Veränderungen beobachtet werden, sucht sie durch das Experiment die verschiedenen psychischen Fähigkeiten soviel wie möglich zu localisiren und vor Allem der Art der Thätigkeit, welche die psychischen Erscheinungen begleitet, auf die Spur zu kommen. Mit der Untersuchung des feineren Baues des Gehirns verbindet sie deshalb die der chemischen Zusammensetzung und der Umsetzung seiner Bestandtheile. Sie constatirt, dass bei Blutverlust oder unterdrückter Herzthätigkeit das Bewusstsein verloren geht, sie lernt daraus, dass regelmässige Zufuhr von Blut

eine Bedingung für psychische Processe ist, — und sie schliesst, dass dem Leben des Gehirns Stoffwechsel zu Grunde liegt. Sie überzeugt sich nun weiter, dass, ebenso wie in anderen Organen, das Blut bei Ernährung des Gehirns eine Veränderung erleidet, und findet bei Vergleichung des ein- und austretenden Blutes, dass Sauerstoff verbraucht, Kohlensäure gebildet und Wärme entwickelt wird. Sie weiss, dass Wärme aus anderen Formen von Arbeitsvermögen entstanden sein kann, z. B. aus elektromotorischer Thätigkeit, welche sie in dem Gehirn annehmen darf, nachdem sie in den morphologisch und chemisch damit übereinstimmenden Nerven ihre Anwesenheit erwiesen hat. Sie setzt sich weiter zum Ziel, durch fortgesetzte Untersuchung alle Phasen des chemischen Processes im lebenden Gehirn aufzuspüren, und der Reihe von Umwandlungen, die mit chemischem Arbeitsvermögen beginnt und mit Wärme endigt, Schritt für Schritt zu folgen. Und überzeugt, dass die Erscheinungen nur durch Messen und Wägen auf Gesetze zurückgebracht werden können, wird sie nicht ruhen, ehe sie, mit der Art, die Quantität der Umsetzung und der umgesetzten Stoffe bestimmt und darin das Aequivalent für die verschiedenen Formen von Arbeitsvermögen gefunden haben wird.

Aber wird jemals die psychische Thätigkeit in die Kette der sich transformirenden Kräfte aufgenommen werden können? Soviel wir sehen, besteht dazu nicht die geringste Aussicht. Das Wesen aller Formen von Arbeit und Arbeitsvermögen, die wir kennen und messen, ist Bewegung oder Bedingung von Bewegung, und niemand kann sich eine Vorstellung machen, wie aus Bewegungen, auf welche Weise sie auch combinirt seien, Bewusstsein oder irgend eine psychische Thätigkeit entstehen könne. Psychische Thätigkeit ist, so wie wir sie an erster Stelle in uns selbst wahrnehmen, in Form und Wesen vollkommen eigenthümlich. Nirgends zeigt sie einen Uebergang oder Verwandtschaft zu anderen Naturerscheinungen, und das Gesetz von der Erhaltung der Kraft, welches, für alle bekannten Naturkräfte gültig, bei jeder Untersuchung als leitendes Princip angenommen wird, ist vollkommen ausser Macht, die psychischen Erscheinungen unter seine Herrschaft zu bringen. Denn,

abgesehen von ihrer specifischen Natur, die ihr Entstehen aus chemischer Spannkraft ebenso undenkbar macht, als ihre Umwandlung in Wärme oder elektrische Bewegung, lassen sie sich ja weder messen noch wägen, und wir kennen für Gefühl, Verstand oder Wille keine Einheit, womit sie sich in Zahlen ausdrücken lassen.

Die Frage, welche die Physiologie sich vorzulegen hat, ist dann einfach diese: Was geschieht in dem Gehirn, während wir fühlen, denken und wollen? — Man sieht sogleich ein, dass diese Fassung nichts präjudicirt, wie sie auch nichts präjudiciren darf. Aber wir müssen auch erkennen, dass die vollständige Beantwortung, d. i. eine innerhalb unseres jetzigen Gesichtskreises vollkommene Kenntniss der Gehirnthätigkeit, womit jeder psychische Process verbunden ist, uns dem Verständniss der Art dieses Zusammenhangs keinen Schritt näher bringen würde. Eine Erklärung der psychischen Erscheinungen, in dem Sinn, worin wir Erscheinungen erklärt nennen, wäre nur erreichbar, wenn sie auf ein allgemeines Gesetz, wie das von der Erhaltung der Kraft, zurückgeführt werden könnten, und hierzu scheint, wie wir sahen, a priori die Aussicht abgeschnitten.

Aber ist denn bei psychischen Processen jede quantitative Behandlung ausgeschlossen? Keineswegs! Ein wichtiger Factor schien der Messung zugänglich: ich meine die Zeit, die für einfache psychische Processe gebraucht wird. Für die Entscheidung der Frage, ob wir Recht haben, den im Allgemeinen bewiesenen Zusammenhang auf besondere Fälle anzuwenden, mit anderen Worten, ob wir annehmen dürfen, dass mit der Verschiedenheit jedes besonderen Gefühls, jeder besonderen Vorstellung, jeder Willensäusserung eine absolut entsprechende Verschiedenheit der Gehirnthätigkeit verbunden sei, scheint die Bestimmung dieser Zeit nicht ohne Gewicht. Seit langer Zeit nahm ich mir vor, meine Bemühungen darauf zu richten. In der Sitzung der Koninklijke Academie van Wetenschappen zu Amsterdam vom 24. Juni 1865 gab ich eine Uebersicht der ersten hierauf bezüglichen und unter Mitwirkung von Herrn de Jaager und von einigen anderen Zöglingen der Universität Utrecht erlang-

ten Resultate, die hierauf ausführlicher in der Dissertation von Herrn de Jaager: over den physiologischen tijd der psychische processen mitgetheilt wurden. Die Idee zu diesen Versuchen war, wie auch die Vorrede meldet, von mir ausgegangen, die befolgten Methoden waren von mir an die Hand gegeben, und die Versuche wurden im physiologischen Laboratorium angestellt und von mir geleitet. Um dieselbe Zeit gab ich, unter Erwähnung der Methoden, eine Uebersicht der erhaltenen Resultate in einigen zu Utrecht und anderwärts gehaltenen populären Vorträgen. Endlich zeigte und beschrieb ich in der Sectionssitzung für Natur- und Heilkunde der Provinciaal Utrechtsch genootschap von 1866 zwei bei meinen Versuchen gebrauchte Apparate, den Noëmatachograph und den Noëmatachometer. — Im weiteren Lauf der Untersuchung häufte sich indessen das Versuchsmaterial in dem Maasse auf, dass mir zur gehörigen Sichtung und Bearbeitung die Zeit fehlte, und da auch jetzt die Aussicht dazu nicht günstig ist, habe ich mich entschlossen, vor der Hand die Hauptsachen in gedrängter Form mitzutheilen. Um die Uebersicht zu erleichtern, soll verschiedenes die Methoden, die speciellen Ergebnisse, die Berechnungen u. s. w. Betreffende in besonderen Anmerkungen beigefügt werden.

Vor kaum 25 Jahren wurde die Zeit, innerhalb welcher gereizte Nerven ihre Thätigkeit nach dem Gehirn und das Gehirn seine Befehle nach den Muskeln bringt, für „unendlich klein“ gehalten. Johannes Müller, dem unter den Physiologen seiner Zeit der erste Platz zukommt, nannte die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven nicht allein unbekannt, sondern ging so weit, zu prophezeien, dass die Mittel für die Bestimmung dieser Schnelligkeit uns wohl immer versagt bleiben würden. Und siehe, kurze Zeit danach, im Jahre 1845, skizzirte du Bois-Reymond in allgemeinen Zügen den Plan für eine solche Bestimmung, und 1850 schon brachte sie Helmholtz zur Ausführung.

Die Methode war einfach. Helmholtz reizte die Muskel-

nerven nach einander an zwei Stellen, deren eine an der Eintrittsstelle in den Muskel, deren andere in grösserer Entfernung davon gelegen war, und bestimmte für beide Fälle die Zeit, die verlief, bevor sich der Muskel contrahirte. Der Unterschied der Dauer zeigte die Zeit an für die Fortleitung in dem zwischen den beiden gereizten Stellen gelegenen Nervenstück, und hiermit war die Fortpflanzungsgeschwindigkeit bekannt, welche, wie sich zeigte, nicht mehr als 100 Fuss in der Secunde betrug. Das ist eine Schnelligkeit, die Vögel in ihrem Flug übertreffen, der Rennpferde sich nähern, und die unsere Hand bei den schnellsten Bewegungen des Arms erreichen kann.

Dies Resultat war bei Fröschen gewonnen. Bei warmblütigen Thieren, insbesondere beim Menschen, war die befolgte Methode nicht anwendbar. Hier schlug Helmholtz einen anderen Weg ein. Er reizte die Haut nach einander auf zwei Punkten, von denen der eine in kleinerer, der andere in grösserer Entfernung vom Gehirn gelegen war, und reagirte auf den erhaltenen Reiz, in beiden Fällen, so schnell als möglich mit einem bestimmten Signal, z. B. einer Bewegung der Hand. War hiermit die zwischen Reiz und Signal verlaufende Zeit für beide Fälle bekannt, dann wurde der Zeitunterschied als Leitungsdauer für den Längenunterschied der Gefühlsnerven in Rechnung gebracht: denn abgesehen von diesem Unterschied schienen beide Versuche vollkommen gleich zu sein. Auf diese Weise wurde nun beim Menschen eine Leitungsgeschwindigkeit von ungefähr 200 Fuss in der Secunde berechnet, d. i. etwa das Doppelte von der für Froschnerven gefundenen.

Man sieht leicht ein, dass die hier befolgte Untersuchungsweise nicht vorwurfsfrei ist. Erstens ist es schwer, den Reiz auf verschiedene Stellen der Haut mit gleicher Stärke einwirken zu lassen, und bei verschiedener Reizstärke ist die physiologische Zeit, wie sich herausgestellt hat, nicht ganz dieselbe. Aber ausserdem setzt die Methode voraus, dass die Dauer des Processes im Gehirn ganz unabhängig von dem Ort der Reizung sei. A priori schon ist dies nicht wahrscheinlich. Tritt man nach einander von zwei Seiten in ein Zimmer, um darin Verschiedenes zu verrichten, dann wird man in beiden Fällen

wohl nicht genau innerhalb derselben Zeit durch eine dritte Thür nach aussen kommen. Und offenbar wird der Unterschied im Aufenthalt ganz auf Rechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit gebracht. Es kann also nicht befremden, dass bei Wiederholung dieser Versuche, im Wesentlichen nach derselben Methode, sehr auseinander gehende Resultate erhalten wurden. Ueber diese brauchen wir indessen nicht zu berichten, denn vor Kurzem glückte es, beim Menschen auf ebenso einfache und entscheidende Weise als beim Frosch, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in einem Bewegungsnerven zu bestimmen, also mit vollkommener Ausschliessung des psychischen Processes im Gehirn. Es ist wiederum Helmholtz[1]), der hier den Weg bahnte. Auf seine Veranlassung reizte Baxt die Nerven der Muskeln des Daumenballens nach einander am Handgelenk und oberhalb der Ellenbogenfalte, während, im übrigen, Ellenbogen, Vorderarm und Hand unbeweglich in einen Gipsverband geschlossen waren: in beiden Fällen zuckten nun die genannten Muskeln und konnten die Momente der Zuckung mittels eines Hebels auf dem Myographion registrirt werden. Das so erhaltene Resultat ist sehr befriedigend. Mit sehr geringen Abweichungen wurde nämlich eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit gefunden von 33 Metern in der Secunde, — das ist nur wenig mehr als bei Froschnerven.

Durch diese directe Bestimmung sind nun alle Versuche an Gefühlsnerven, bei welchen die Hirnthätigkeit mit eingeschlossen war, in's Gebiet der Geschichte verwiesen, — und man weiss, was dies sagen will. von Wittich[2]) würde gern noch seiner etwas grösser gefundenen Schnelligkeit für die Gefühlsnerven einige Geltung lassen. Aber es geht nicht; die Uebereinstimmung von Gefühls- und Bewegungsnerven ist in allen Hinsichten zu vollkommen, um zu erlauben, dass gegenüber den sicheren Bestimmungen bei diesen die nach unsicheren Methoden gefundene Leitungsgeschwindigkeit für jene aufrecht erhalten werde. In wie weit aus solchen Versuchen, die

1) Königl. Acad. der Wissensch. zu Berlin, 29. April 1867.

2) Zeitschr. f. ration. Medizin 1868. XXXI. S. 112 u. f.

ich an verschiedenen Personen in grosser Zahl anstellte, in Zusammenhang mit dem Unterschied der gereizten Stelle, ein zeitlicher Unterschied für die Leitung im Gehirn abzuleiten sei, werde ich vielleicht näher untersuchen.

So ist denn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven bekannt, und die Prophezeiung von Johannes Müller auf glänzende Weise Lügen gestraft. Bemerkenswerth ist es, dass die Theorie den Muth gab, sich an die Auflösung des unauflösbar genannten Problems zu wagen. Aus der theoretischen Vorstellung: dass die Fortpflanzung nicht zu betrachten sei als die einer fortschreitenden Kraft oder Bewegung, sondern vielmehr als ein auf jedem Punkt sich erneuender chemischer und damit verknüpfter elektromotorischer Process, — kam man nämlich auf die Vermuthung, dass die Nervenleitung nicht so besonders schnell, und dass die Kürze der Nerven kein absolutes Hinderniss für ihre empirische Bestimmung sein würde.

I.

Sollte nun auch der Gedanke nicht die unendliche Schnelligkeit haben, die man ihm zuzuschreiben pflegt, und sollte es möglich sein, die Zeit zu bestimmen, die zur Bildung einer Vorstellung oder einer Willensbestimmung gefordert wird?

Diese Frage beschäftigte mich seit längerer Zeit. Oben beschrieben wir die bei der Untersuchung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Gefühlsnerven angewandte Methode. In der Zeit, die bei diesen Versuchen zwischen Reiz und Signal verläuft, ist auch ein bestimmter psychischer Process aufgenommen. Dasselbe gilt für die Versuche, in denen der Reiz auf eins der andern Sinneswerkzeuge einwirkte. Hierüber wurde die erste vergleichende Untersuchung durch Hirsch, den bekannten Astronomen von Neuchatel, angestellt. Die zwischen Reiz und Signal verlaufende Zeit nannte er die physiologische Zeit, und bei gleichem Signal, z. B. einer Bewegung der Hand, fand er diese Zeit am kürzesten nach einem Reiz auf der Haut (natürlich in der Nähe des Gehirns), länger nach einem Reiz auf's Gehör, länger noch nach einem Reiz auf's Gesicht. Im Allgemeinen wurde durch spätere Untersucher dieses Ergebniss

befestigt. Aus sämmtlichen Versuchen, worunter auch die von mir und meinen Schülern genommenen, berechnete ich für die drei genannten Sinneswerkzeuge: Gefühl, Gehör und Gesicht, die physiologische Zeit resp. auf ungefähr $^1/_7$, $^1/_6$ und $^1/_5$ Secunde.

Aber wie viel hiervon gehört zu dem eigentlichen psychischen Process? Darüber sind wir ganz im Unsicheren. In dieser kurzen Zeit muss viel geschehen. Folgen wir dem Process von dem Moment des Reizes an bis zu dem des Signals, so haben wir zu unterscheiden:

1. die Einwirkung auf die percipirenden Elemente der Sinneswerkzeuge;
2. die Mittheilung an die peripherischen Ganglienzellen, und das bis zur Entladung geförderte Anwachsen (die „Schwelle“ von Fechner);
3. die Leitung in den Gefühlsnerven bis zu den Ganglienzellen der Medulla;
4. die steigende Thätigkeit in diesen Ganglienzellen;
5. die Leitung nach den Ganglienzellen des Organs der Vorstellung;
6. die steigende Thätigkeit in diesen Ganglienzellen;
7. die steigende Thätigkeit der Ganglienzellen des Organs des Willens;
8. die Leitung nach den Nervenzellen für Bewegung;
9. die steigende Thätigkeit in diesen Zellen;
10. die Leitung in den Bewegungsnerven bis an den Muskel;
11. die latente Thätigkeit im Muskel;
12. die steigende Thätigkeit bis zur Ueberwindung des Widerstandes vom Signal.

Der ganze Process kann in $^1/_7$ Secunde ablaufen; als Minimum wurde selbst $^1/_9$ gefunden. Die Zeiten nun, welche für die einzelnen Abschnitte des Processes gebraucht werden, sind nicht zu bestimmen. Allein die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in den Nerven können wir ungefähr in Rechnung bringen, und dies führt dann zu dem Resultat, dass der psychische Process der Vorstellung und Entschliessung kürzer dauert als $^1/_{10}$ Secunde, aber erlaubt nicht einmal zu behaupten, dass er länger

als 0 dauere. Die Wahrheit ist, dass diese Versuche uns nur die Grenze nach der Seite des Maximums lehren, und über die des Minimums durchaus keinen Aufschluss geben.

Ich kam nun auf die Idee, in den Process der physiologischen Zeit neue Termen von psychischer Thätigkeit einzuschieben. Untersuchte ich, wie viel die physiologische Zeit hierdurch verlängert wurde, dann würde, so urtheile ich, die Dauer des eingeschobenen Acts damit bekannt sein.

In der oben citirten Mittheilung an die Koninklijke Academie van Wetenschappen wurden die ersten hierauf bezüglichen Bestimmungen mitgetheilt (siehe Anmerkung 1).

Bei der ersten Reihe von Versuchen wurden gleiche Elektroden auf beide Füsse gesetzt. Die Einrichtung war so getroffen, dass man nach Belieben (durch Umlegen einer Pohl-schen Wippe) dem rechten oder linken Fuss einen elektrischen Schlag beibringen konnte. — Nun wurden die Versuche auf zwei Weisen genommen: a. während man wusste, auf welchen Fuss der Reiz wirken würde, wobei man das Signal mit der Hand derselben Seite gab; b. während man nicht wusste, welcher Fuss den Reiz empfangen würde und man auch das Signal mit der Hand der gereizten Seite geben sollte. Im letzten Fall wurde mehr Zeit gebraucht als im ersten, und dieser Unterschied stellte die Zeit dar, welche man nöthig hatte, um sich vorzustellen, welche Seite gereizt wurde, und um in Verband mit dieser Vorstellung die Wirkung des Willens rechts oder links zu bestimmen. Im Uebrigen war der ganze Process in beiden Fällen gleich. Es zeigte sich, dass die so eingeschobene psychische Thätigkeit, aus den Mitteln berechnet, $^1/_{15}$ Secunde verlangte [1]). Vorher war gefunden, dass das Geben eines Signals mit der linken Hand 0,009 Secunden länger dauerte als mit der rechten, welcher Unterschied in Rechnung gebracht wurde.

Dies war die erste Bestimmung der Dauer eines wohl umschriebenen psychischen Processes, der in Wundt's Versuchen

---

1) Siehe de Jaager a. a. O. S. 21—32: Die Methode war noch nicht genau genug, um dem Unterschied der Minima zu vertrauen (vergl. Anmerk. 2).

mir zu fehlen scheint. Es galt die Entscheidung eines Dilemmas und eine dieser Entscheidung entsprechende Willensthätigkeit.

Dieselbe Untersuchung wurde mit Reizung des Sehwerkzeugs angestellt. Hier wurde die physiologische Zeit bestimmt bei einfacher Reaction auf Licht und bei differentieller Reaction auf rothes und auf weisses Licht. Bei den letzten Versuchen musste für rothes Licht das Signal mit der rechten Hand, für weisses mit der linken gegeben werden. Die Entscheidung eines Dilemmas und die für ein entsprechendes Signal verlangte hier mehr Zeit als bei den vorigen Versuchen: im Mittel für fünf Personen betrug sie 0,154 Secunden. Der kleinste Mittelwerth war 0,122 Secunden bei Herrn Place; des grössten, 0,184 Secunden, machte ich mich schuldig, der die doppelte Lebzeit der übrigen Beobachter hatte. Auf die Ursache des Unterschieds bei Reizung der Haut und bei Reizung des Auges kommen wir später zurück.

Bei diesen Versuchen wurde das Signal mit einem der Hände gegeben. Später stellte ich noch eine Reihe von Versuchen an, wobei als Reiz gewisse Buchstabenzeichen, entweder entblösst oder plötzlich durch einen Inductionsfunken erleuchtet wurden, und das Signal im Aussprechen des Klangs bestand: hier verlangt der eingeschobene psychiche Process, aus den Mitteln berechnet, 0,166 Sec. ($^1/_6$ Sec.), aus den Minimis 0,124 ($^1/_8$ Sec.). — Diese Methode eignete sich nun weiter für Versuche, wobei nicht von zwei, sondern von 5 Vocalzeichen, eins erkannt und als Klang ausgesprochen werden musste. Auf diese Weise habe ich nicht weniger als fünf Reihen von Beobachtungen an verschiedenen Tagen ausgeführt, und es zeigte sich, dass bei der grösseren Auswahl aus fünf wirklich etwas mehr Zeit verlangt wird als bei der Wahl aus zwei, nämlich 0,170 Sec. bei Berechnung aus den Mitteln, 0,163 Sec. bei Berechnung aus den Minimis (Anmerk. 2).

Endlich wurden dieselben Versuche mit Reizung des Ohrs angestellt. Hier bestand der Reiz im Klang eines Vocals, und Signal war die Wiederholung desselben Vocals. — Zwei Personen A und B sitzen hierbei vor der Oeffnung des Phonautographen. Während man den Cylinder dreht, stösst A einen

Fig. 1.

Vocal aus, und B hat diesen so schnell wie möglich zu wiederholen. Für beide ist der Anfang der Schwingungen auf der unteren Linie Fig. 1 in a und b zu sehen, und die Länge der Zeit zwischen beiden ist aus den gleichzeitig registrirten Stimmgabelschwingungen abzuleiten. Diese Versuche wurden nun auf zweierlei Weise angestellt: a. während man wusste, welchen Vocalklang man zu hören bekommen würde, und einfach mit demselben Klang so schnell als möglich reagiren musste; b. während man nicht wusste, welchen Vocal man hören würde, und sich also von dem Vocalklang Rechenschaft geben musste, um denselben als Signal zu wiederholen. In meinen ersten Versuchen mit de Jaager antwortete ich bei bekanntem Klang ki, im Mittel in 0,180 Sec., bei unbekanntem in 0,268 Sec., was einen Unterschied von 0,088 Sec. giebt; de Jaager erhielt, bei namentlich anfangs grösseren Zahlen, einen gleichen Unterschied von 0,088 Sec. — Später fand ich in 7 Reihen, wobei ich das Signal zu beantworten hatte, für bekannten Klang im Mittel 0,201 Sec. ($^1/_5$ Sec.), für unbekannten Klang 0,284: also ein Unterschied von 0,083 Sec. (ungefähr $^1/_{12}$ Sec.), und aus den Minimis berechnet, wurde dieser Unterschied auf 0,067 Sec. (ungefähr $^1/_{15}$ Sec.) reducirt. In vier anderen Reihen, wobei ich entweder den voraus bekannten oder einen von nur zwei unbekannten Klängen zu wiederholen hatte, verlangte die Wiederholung des bekannten Klanges noch etwas weniger (0,184 Sec.) und betrug die Verlängerung für den unbekannten, bei Berechnung aus den Mitteln, nur $^1/_{18}$ (0,056 Sec.), bei Berechnung aus den Minimis $^1/_{16}$ (0,0615 Sec.).

Bei drei anderen Personen von verschiedenem, im Allgemeinen jugendlichem Lebensalter, wurde, bei Versuchen mit fünf Vocalklängen, bei unbekanntem Klang, eine Verlängerung von resp. 0,088 Sec.,

von 0,087 Sec. und von 0,069 Sec gefunden. In der That eine merkwürdige Uebereinstimmung.

Recapituliren wir jetzt die erhaltenen Resultate, so zeigt sich, dass für Entscheidung und conformes Signal gefordert wird:

	Secunden
1. bei Reiz auf die Haut, — Dilemma, aus den Mitteln berechnet	0,066
2. bei Reiz auf's Sehorgan:	
a. zwei Farben, Dilemma, bei fünf Personen, aus den Mitteln berechnet . .	0,184
	0,122
	0,159
	0,134
	0,172
b. zwei Vocalzeichen, Dilemma, aus den Mitteln berechnet	0,166
aus den Minimis berechnet	0,124
c. fünf Vocalzeichen, aus den Mitteln berechnet	0,170
aus den Minimis berechnet	0,163
3. bei Reiz auf's Gehör:	
a. zwei Vocalklänge, aus den Mitteln berechnet	0,056
aus den Minimis berechnet	0,0615
b. fünf Vocalklänge, bei mir selbst, früher, aus den Mitteln berechnet	0,088
später, aus den Mitteln berechnet . .	0,083
aus den Minimis berechnet	0,067
Idem bei vier anderen Personen,	
aus den Mitteln berechnet	0,088
„ „ „ „	0,069
„ „ „ „	0,087
„ „ „ „	0,088

Einige dieser Unterschiede lenken dabei sogleich die Aufmerksamkeit auf sich. Zuerst: warum fordert das gestellte Dilemma weniger Zeit bei Unterschied von Klang (0,056) als bei

Unterschied von Farbe (0,124)? — Die Antwort ist: dass das auf den Klang zu gebende Signal, die einfache Nachahmung, durch Uebung natürlich geworden ist, natürlicher als das bloss conventionelle Signal, mit rechter oder linker Hand, bei Unterschied von Farbe. Für dies letztere lässt sich denn auch durch fortgesetzte Uebung grössere Schnelligkeit erreichen. Für die Nachahmung von Vocalklängen dagegen war das Maximum von Schnelligkeit, wie sich herausstellte, schon nahezu erreicht — und so lehren uns die hierbei erhaltenen Werthe unmittelbar das Minimum der Zeit kennen, die für Entscheidung eines einfachen Dilemmas mit correspondirendem Entschluss nöthig ist: — $^1/_{18}$ Secunde. — Bei Hautreizung inzwischen, wobei das zu gebende Signal gleichfalls conventionell war (Bewegung auch von rechter oder linker Hand), forderte derselbe eingeschobene Process nur $^1/_{15}$ Sec. oder 0,066 Sec., also wenig mehr als bei dem geübten Signal der Vocalklänge. Auch dies Ergebniss kann uns nicht befremden. Wir liessen die Reizung der rechten Seite mit der rechten Hand, die der linken Seite mit der linken beantworten. Dazu ist sicher die Neigung bereits gegeben, als Resultat von Gewohnheit oder Uebung: denn verlangte man Bewegung der rechten Hand bei Reizung der linken Seite, oder umgekehrt, dann war die Zeit länger und Verwechslung nicht selten. — Noch eine letzte Bemerkung. Zum Erkennen von und Reagiren auf Vocalzeichen wird ungefähr das Doppelte der Zeit gebraucht, die zum Erkennen von Vocalklängen mit conformer Reaction nöthig ist, und sicher doch haben wir ebensoviel Uebung im Sehen und Aussprechen von Vocalzeichen als im Hören und Wiederholen. Dieses Resultat hat mich sehr befremdet. Der Grund kann in verschiedenen Theilen des zusammengesetzten Processes gelegen sein. Ich glaube ihn indessen in den rein psychischen suchen zu müssen. Die Reaction auf Licht fordert, wie ich aus den sämmtlichen Beobachtungen verschiedener Personen berechnete, in der Regel etwas mehr Zeit als die auf Klang. Vereinige ich die bei mir selbst erhaltenen Resultate von 8 Versuchsreihen mit Reaction auf Licht und von 12 mit Reaction auf Klang, so finde ich gleichwohl beide gleich:

für die erste nämlich . . 0,1953 Sec.
für die zweite . . . . 0,1952 „

Eine so vollkommene Uebereinstimmung ist natürlich zufällig, um so mehr, als in einigen Versuchen die einfachen Vocale, in anderen die Vocale mit Explosiven als Signale dienten und die physiologischen Zeiten je nachdem ein wenig verschieden sind (Anmerk. 3). Aber es folgt doch daraus, dass für Klang und Licht die physiologischen Zeiten bei mir nicht merkbar von einander abweichen. Auch glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Unterscheidung von zwei Farben ebenso schnell geschieht, als die von zwei Klängen, und dass die Reaction auf Unterscheidung der ersteren durch genügende Uebung auf dieselbe Zeit zurückgebracht werden könnte als die Reaction auf Unterscheidung der letzteren. Den Grund meine ich deshalb in der Form des Zeichens suchen zu müssen, welche die Seele nicht so schnell erkennt als den Klang. Um von diesem Unterschied Rechenschaft zu geben, müssen wir den Eindruck des Klanges und der Form des Zeichens etwas näher zergliedern. Auf der Netzhaut ist dieser Eindruck sehr zusammengesetzt. Eine Anzahl von percipirenden Elementen, von denen jedes den empfangenen Reiz, mit seinem eignen Localzeichen, nach dem Gehirn überbringt, wird plötzlich getroffen und daraus construirt sich die Form in unserer Vorstellung. Die getroffenen Elemente sind ganz andere, wenn das Zeichen gross, als wenn es klein ist, und ein a bleibt doch ein **a**, ein i ein **i**. Auch eine kleine Abweichung der Gesichtslinie lässt das ganze Bild des Letterzeichens auf andere Elemente der Netzhaut fallen. Der Process für die Vorstellung der Form ist also nothwendig sehr zusammengesetzt, und es kann uns nicht befremden, dass er mehr Zeit verlangt, als die Vorstellung eines Lichteindrucks im Allgemeinen oder selbst einer Farbe, die auf bestimmte percipirende Elemente einwirkt oder nur eine besondere Energie vergegenwärtigt. Für einen solchen Process, vermehrt noch mit der Zeit für die differentielle Willensbestimmung (Entschluss), ist 0,16 Sec. verhältnissmässig nicht viel. — Und wie geschieht nun die Vorstellung eines Klanges? Für viele Klänge kann der Process wohl ebenso zusammengesetzt sein, wie für momentan

erleuchtete kleine Formen. Denn gewöhnliche Klänge bestehen ja aus einer Zahl von Partialschwingungen, die gleichfalls verschiedene Nervenfasern in Thätigkeit bringen, und für jede Tonhöhe ist es wieder ein ganz anderes System von Nervenfasern, welches den Eindruck empfängt: das Einzige, was den Process einfacher erscheinen lässt, ist der Zusammenhang zwischen den Partialtönen, welche bei jeder Tonhöhe grösstentheils wieder die sogenannten harmonischen sind. Ist aber auch für Klänge im Allgemeinen der Process so zusammengesetzt, so gilt dies doch nicht von Vocalen. Bei jedem Vocal ist, wie ich vor 10 Jahren schon zeigte, die Mundhöhle auf einen absoluten Ton gestimmt, welches auch die Tonhöhe der Stimme sei, mit der er hervorgebracht wird, und in Verband hiermit hat jeder Vocal seine absoluten, schier unveränderlichen Obertöne. Bei demselben Vocalklang werden also auf jeder Tonhöhe zum Theil dieselben Töne hervorgebracht, also jedesmal zum Theil dieselben Nervenfasern gereizt, die, wenn man einen Vocalklang zu erwarten hat, diesen sogleich charakterisiren, — und dies ist die Ursache davon, dass die Vorstellung des Vocaltimbres nicht einen so zusammengesetzten Process voraussetzt, wie er für die Vorstellung aus dem Vocalzeichen nöthig erscheint.

Nachdem die vereinigte Zeit gemessen war, in welcher sowohl Unterscheidung aus zwei oder mehr Eindrücken als entsprechende Willensbestimmung möglich ist, eröffnete sich die Frage, ob für beide Theile des Processes die geforderte Zeit nicht besonders zu bestimmen wäre.

Es schien mir, dass man der Lösung dieser Frage näher kommen würde, wenn man die Bedingung stellte: dass nur auf e i n e n Reiz das Signal folgen sollte, mit Vernachlässigung aller übrigen.

So wurden Vocalklänge ohne nähere Anweisung als Zeichen bestimmt, aber nur auf einen, z. B. auf i, sollte man mit i antworten, auf die übrigen schweigen. Man spannt sich nun für das Erkennen von i an und hält die Stellung der Mundtheile und den Mechanismus dafür vollkommen bereit, so dass man beim Erkennen von i nur den Athem auszustossen hat, um den correspondirenden Klang vorzubringen — ganz wie beim Rea-

giren mit i, während man wusste, dass i gehört werden würde. Est ist also bei dieser Versuchsweise keine Wahl für das Signal mehr nöthig: — allein das Unterscheiden, das Erkennen von i wird in den gewöhnlichen Process eingeschoben. Und wirklich zeigte sich's, dass hierzu weniger Zeit nöthig war, als zum Beantworten jedes Vocalklangs mit gleichem Klang. Von den vielen auf diese Weise von mir angestellten Versuchen will ich nur die Resultate von drei Reihen beifügen, die an einem und demselben Abend in solcher Reihenfolge genommen wurden, dass, soweit Ermüdung dabei in's Spiel kam, dieselbe gleichmässig über die drei Versuchsarten vertheilt ward:

a. bei Reaction auf bekannten Klang;
b. „ „ „ unbekannte Klänge;
c. „ „ „ einen der unbekannten Klänge.

Bei jeder dieser Arten wurde die mittlere Dauer und das Minimum aufgenommen:

		Tausendstel einer Secunde		
für a.	betrug die mittl. Dauer	201,	das Minimum	170,5
b.	„ „ „ „	284,	„ „	237,5
c.	„ „ „ „	237,	„ „	212,6

Man findet nun:

	aus den Mitteln.	aus den Minimis.	im Mittel.
b—a =	83	67	75
c—a =	36	42	39

In diesen Versuchen wurde also für die Vorstellung eines bestimmten Klanges (längere Dauer bei Methode c als bei Methode a) nur reichlich halb so viel Zeit gebraucht, als für dieselbe Vorstellung in Verbindung mit entsprechender Willensbestimmung. Die Entwicklung der Vorstellung dauert bei mir 0,039, d. i. beinahe $^1/_{25}$ Secunde; etwas weniger, reichlich $^1/_{28}$ Secunde, verlangt die Willensbestimmung. Oben theilten wir Versuche mit von anderen Personen, die zu dem combinirten Process weniger Zeit gebrauchten. Wahrscheinlich wird auch bei diesen für die beiden Termen die Zeit ungefähr in gleiche Theile getheilt werden müssen. Doch ist dies aus den von ihnen nach der c-Methode gethanen Bestimmungen nicht genügend abzuleiten. Es zeigte sich, dass für viele die c-Methode

eine gewisse Schwierigkeit liefert. Sie geben das Signal, wo sie hätten schweigen müssen. Und geschieht das auch nur ein Mal, so ist die ganze Reihe zu verwerfen: denn was bürgt uns dann dafür, dass da, wo sie das Signal geben mussten und auch wirklich gaben, gehörig gewartet war, bis sie sicher unterschieden hatten? Da man ausserdem nur dann und wann einmal gerade den Vocalklang zu hören giebt, auf den die Antwort verlangt wird, haftet an dieser Methode immer der Nachtheil, dass die meisten Umgänge des Cylinders unbenutzt bleiben. Ich lege darum viel Werth auf die oben erwähnten, an mir selbst erhaltenen Resultate von drei Versuchsreihen, mit Anwendung der drei Methoden für jede Reihe, wobei die Versuche tadellos ausfielen (Anmerk. 4).

Inzwischen könnte man noch zweifeln, ob auf die befolgte Weise wirklich die zu einer bestimmten Vorstellung erforderliche Zeit gemessen wird. Findet man nicht vielmehr die Zeit, um welche das Bestimmen der Art eines Vocalklangs länger dauert als das blosse Hören? Wir antworten hierauf verneinend. Wer die Versuche gemacht hat, weiss, dass das Signal da, wo es nur um Reaction im Allgemeinen zu thun ist, bei Allem was geschieht, losbricht. Wartet man mit Spannung auf eine Lichterscheinung, — man reagirt unwillkürlich auch auf einen Klang und umgekehrt, und ebenso auf einen Stoss, einen elektrischen Schlag, kurz auf jeden kräftigen Eindruck. Man wartet nicht bis man hört, sondern nur bis man gewahr wird, und man findet also nach der befolgten Methode die Zeit, welche verläuft zwischen dem ersten Moment eines Gewahrwerdens und der vollkommenen Vorstellung von der Art des Gehörten, das ist die für die Entwicklung einer bestimmten Vorstellung erforderliche Zeit.

Dieselben Versuche nach der c-Methode habe ich angestellt, während das Sehen von Vocalzeichen der Reiz war. Die zum Erkennen erforderte Zeit war dabei verhältnissmässig kurz, kaum länger als bei Vocalklängen. Dies Ergebniss ist sehr bemerkenswerth, wenn man bedenkt, dass das Unterscheiden von Vocalzeichen, wie sich uns in den Versuchen nach der a- und b-Methode gezeigt hat, viel mehr Zeit fordert, als das

Unterscheiden von Vocalklängen. Doch glaube ich, dass sich davon Rechenschaft geben lässt. Bei den Versuchen nach der b-Methode konnte man sich im Voraus keine Vorstellung machen, welchen Eindruck man empfangen würde: man musste sich dessen enthalten, um auf jedes Vocalzeichen, das etwa zum Vorschein kommen mochte, mit gleicher Schnelligkeit reagiren zu können. Zur Unterscheidung ward dabei nun verhältnissmässig viel Zeit gebraucht. In den nach der c-Methode angestellten Versuchen dagegen, von denen hier die Rede ist, konnten zwar auch alle Vocalzeichen erscheinen, aber man hatte nur auf eins davon zu reagiren, auf die übrigen zu schweigen, und man konnte also und musste selbst das eine in der Vorstellung haben, um nach constatirter Gleichheit von Eindruck und Vorstellung unmittelbar das in seinem Mechanismus präparirte Signal zu geben. In anderweitig mitgetheilten Versuchen [1]) über das stereoskopische Sehen hat sich mir der grosse Einfluss einer vorausgehenden Vorstellung auf das Erkennen von Formen auf's Deutlichste gezeigt.

Auch mit anderen Reizen, z. B. elektrischen Schlägen auf die Haut, sind Versuche nach der c-Methode anzustellen, aber auch hier allein mit Rücksicht auf ein gestelltes Dilemma. Auch ist man nicht beschränkt auf die Wahl eines Klanges als Signal. Man kann nämlich beim Hören von allen Klängen oder nur beim Hören von einem vorausbestimmten Vocalklang eine Bewegung mit der Hand machen und der Unterschied giebt dann wieder die für eine bestimmte Vorstellung erforderte Zeit an; aber dabei ist dann die Vergleichung mit differentieller Reaction auf jeden der Klänge ausgeschlossen, und die Versuche würden dem Zweck nicht entsprochen haben, wenn ich nicht auf den Gedanken gekommen wäre, als Signal die Klänge zu registriren.

Alle vorstehenden Ergebnisse sind mit einem unter dem Namen Noëmatotachograph [2]) beschriebenen Apparat erhalten. Das Streben nach näherer Analyse der Dauer der psychischen Pro-

1) Archief voor natuur- en geneeskunde. D. II. S. 332 u. f.
2) Archief voor natuur- en geneeskunde. D. III. S. 105.

cesse hat mich weiter geführt auf eine Methode, die auf einem ganz anderen Princip beruht als die oben mitgetheilte, und wobei das als Noëmatotachometer beschriebene Instrument gebraucht wird. Ich beabsichtige, die damit erhaltenen Resultate näher mitzutheilen.

Anmerkungen.

Anmerkung I. Bei unseren Messungen wendeten wir die graphische Methode an. Sie ist einfach, sicher, leicht anwendbar und für unsern Zweck genau genug. Gälte es die Messung von absoluten, unveränderlichen Werthen, dann würde man nach der grössten Genauigkeit streben müssen Beim Messen der etwas inconstanten Dauer von psychischen Processen ist eine Bestimmung in Tausendstel Secunden ausreichend, und wir dürfen nun die Einfachheit und Sicherheit nicht einer grösseren aber zwecklosen Genauigkeit opfern.

Bei unsern Versuchen kommt es auf drei Dinge an:

1. Wir brauchen eine genau bekannte chronoskopische Einheit. Diese finden wir in den registrirten Schwingungen einer Stimmgabel. Die Schwingungszahlen der benutzten Stimmgabeln haben wir direct bestimmt durch gleichzeitiges Registriren ihrer Schwingungen und der Secunden einer Uhr, und der geringe Einfluss der Temperatur wurde gefunden aus der Aenderung der Anzahl Schwebungen mit einer andern, auf unveränderter Temperatur gehaltenen Stimmgabel.

2. Der Moment der Reizung musste unter oder auf der Stimmgabellinie genau registrirt werden.

Für verschiedene Versuche geschieht dies auf verschiedene Weise.

Lassen wir einen Inductionsfunken von dem schreibenden metallnen Federchen der Stimmgabel durch das Papier auf den Cylinder überspringen, dann ist der Moment scharf markirt auf der chronoskopischen Linie. Leicht ist die Einrichtung zu treffen, dass nach Gutdünken der Funke entweder nur gesehen, oder nur gehört, oder, indem man einen kleinen Theil der Entladung durch den Körper leitet, nur gefühlt wird. So kann man abwechselnd bei Reaction auf jedes der drei Sinneswerkzeuge die physiologische Zeit bestimmen. Um beim Oeffnen des constanten Stromes, das bei und durch Drehung des Cylinders geschieht, nur einen Funken zu erhalten, muss man in die Inductionskette ein Funkenmikrometer bringen, mit Kugeln, die beinah bis zum Maximum der Schlagweite von einander gerückt sind. Ein solcher Funke kann zugleich dienen, um das Dilemma von Farbenunterschied (ob oder ob nicht durch gefärbtes Glas gesehen), das

Unterscheiden von (durch den Funken erleuchteten) Buchstabenzeichen u. s. w. zur Entscheidung zu bringen: immer wird in demselben Moment, worin der Funke zwischen den Kugeln des Mikrometers überspringt, das Zeichen auch auf die chronoskopische Linie gesetzt. — Bei unseren früheren Versuchen war die Methode noch nicht so genau.

Ein Vocalklang, der das Ohr trifft, kann auch das Federchen des Phonautographen von Scott-König, oder eines von König für mich verfertigten einfachen Instruments in Schwingungen bringen, — bei gleichem Abstand in demselben Moment als das Trommelfell. Unter die chronoskopische Curve schreibt das Federchen eine gerade Linie, bis es durch den Vocalklang in Schwingung kommt: so ist der Reizmoment scharf aufgezeichnet.

3. Das Signal, womit reagirt wird, muss gleichfalls mit Präcision auf oder unter der chronoskopischen Linie notirt werden. Die hierfür gebräuchlichen Elektromagnete mit durch die Stromstärke veränderlichem Retard, sind in unsern späteren Versuchen ganz bei Seite gestellt. Die Bewegung, worin das Signal besteht, wird ohne Zwischenkunft von irgend welchem Mechanismus registrirt. Ein verticales leichtes Holzstäbchen, beinah ohne Reibung um seine Längsaxe drehbar, trägt an seinem obern Ende ein horizontales, auf den Cylinder schreibendes Federchen und nahe seinem Unterende ein horizontales Stück, das, zwischen zwei Fingern gehalten, weggeschlagen werden kann und in demselben Augenblick das schreibende Federchen abweichen macht: auf diese Weise kann, in Verband mit einem aufzulösenden Dilemma, auch über links oder rechts Wegschlagen Verabredung getroffen werden.

Das Signal auf Vocalklänge ist die Wiederholung des Vocalklangs, welche der Phonautograph auf derselben Linie registrirt, als den Reiz (vgl. Fig. 1) Auf Vocalzeichen wird das Signal auch als Vocalklang gegeben. Durch Reaction auf irgend einen Reiz, abwechselnd mit Bewegung der Hand und mit Vocalklang, wird der auf dem Unterschied des Signals beruhende Zeitunterschied gefunden (vergl. Anmerk. III).

Der grosse Vortheil des Gebrauchs von Stimmgabelschwingungen als chronoskopische Einheit besteht darin, dass man den Cylinder frei aus der Hand umdrehen kann: man findet die Dauer des Processes in der zwischen Reiz und Signal liegenden Anzahl Schwingungen, unabhängig von deren Länge, und auf gleichmässige Umdrehungsgeschwindigkeit kommt es deshalb nicht besonders an. Die Umdrehung geschieht ungefähr in einer Secunde, und bei jeder Umdrehung macht man einen Versuch, nach welchem der Handgriff wieder auf dem Fleck ruht, von dem man ausgegangen war. Der von mir gebrauchte Cylinder hatte einen Durchmesser von 19 Ctm., war 25 Ctm. lang und konnte nach Belieben mit Spiral- oder Circularbewegung

gebraucht werden. Der Versuch fiel immer nahezu in die Zeit der grössten Umdrehungsgeschwindigkeit, und hier waren, bei 261 Schwingungen in 1″, Fünftel und selbst Zehntel einer Schwingung noch sehr gut abzulesen. Am Ende des Versuchs wird das Papier auf einer Linie, die ungefähr dem Anfang und Ende aller Umgänge entspricht, durchgeschnitten, so dass jeder durchlaufenden Stimmgabelcurve auf dem langen Blatt ein Versuch entspricht. Die Versuche werden nun numerirt und zu jedem Versuch die nöthigen Bemerkungen gesetzt, bevor die Schwärze durch firnisshaltigen Alkohol fixirt wird.

Anfangs brauchten wir durchgehends eine Stimmgabel von 261 Schwingungen in 1″, die sicher befestigt, einige Secunden vor jedem Versuch durch Hervorziehen eines sacht zwischen ihre Arme geklemmten Klötzchens in Schwingung versetzt wurde. Hiermit war man gewarnt, dass der Reiz gleich folgen würde. Später standen uns die durch Elektromagnetismus in Schwingung erhaltenen Stimmgabeln zu Dienste, die König nach dem von Helmholtz für die Synthese von Vocalklängen befolgten Princip verfertigt.

Anmerkung II. Bei der Bestimmung der Dauer der psychischen Processe habe ich besonderen Werth gelegt auf die gefundenen Minima.

Die Unterschiede, die wir finden, hängen sicher grossentheils ab von wirklichen Unterschieden in der Dauer der psychischen Processe. Der Moment des Reizes wird genau registrirt, ebenso der des Signals, und welcher wahrscheinliche Fehler an den verschiedenen, nicht psychischen Termen des Processes kleben möge, können wir nicht genügend zur Klarheit bringen, aber er ist sicher nicht gross. Wir müssen also die Werthe einfach so nehmen, wie wir sie finden, und uns mit der Kenntniss der Maxima, der Minima und der Mittel zufrieden stellen. Den Grund der Unterschiede wünschen wir hier noch nicht näher zu untersuchen. Das allein bemerken wir, dass das Maass der Spannung und der Abstraction von allen andern Gedanken einen grossen Einfluss hat. Eine Zerstreuung beim Einfallen des Reizes wird immer mit Verlängerung des Processes gestraft. Aber in Verband hiermit ist es klar, dass die gefundenen Minima die reinsten Werthe sind: sie vergegenwärtigen den am meisten regelmässigen ungestörten Lauf des Processes. Durch Substraction des Minimum von allen gefundenen Zeiten erhält man dann in den Unterschieden. eine gute Uebersicht der Abweichungen von der idealen Regelmässigkeit, und hieraus wird sich wohl Einiges über den Grund dieser Abweichungen ableiten lassen. — Die Bedeutung, die wir den Minimis beilegen, veranlasste uns, für zwei Reihen von Versuchen, die durch Einschieben eines psychischen Terms von einander verschieden sind, ausser dem Unterschied der Mittel auch immer den der Minima zu bestimmen. Gefährlich würde es sicher sein, allein nach den Minimis

zu gehen. Die Möglichkeit besteht, dass bei schlecht beherrschter Spannung das Signal losbricht, bevor der Reiz eingewirkt hat, und dann findet man ein zu kleines Minimum: bei ungeschickten Experimentatoren kam das Signal ein einzelnes Mal schon vor dem Reiz. Will man diesem Uebelstand dadurch begegnen, dass man die Versuche mit relativ grossen Zwischenpausen, z. B. von einer Minute, und ohne Warnung, dass der Reiz kommt, auf einander folgen lässt, dann findet uns der Reiz oft weniger wachsam, und die äusserste minimale Grenze wird dann schwer erreicht. Selbst bei Warnung kurz vor dem Versuch, so dass die Aufmerksamkeit nicht lange zu dauern braucht, ist eine grosse Reihe von Experimenten nöthig, um sich dem erreichbaren Minimum zu nähern, und darum müssen die zwei Reihen, deren Minima uns die gesuchte Differenz liefern, sehr gross oder doch gleich gross sein. — Niemals haben wir es versäumt, auch den Unterschied der Mittel zu bestimmen. Sie schützen uns vor dem groben Irrthum, wozu ein unvorsichtiger Gebrauch der Minima führen könnte. Und offenbar stellt ihr Unterschied in zwei Reihen doch auch die Dauer des in einer der Reihen eingeschobenen psychischen Terms dar. Es war indessen voraus zu sehen, dass für denselben Term die Unterschiede der Mittel etwas grösser ausfallen würden als die der Minima: denn die Störung, welche die längere Dauer des Processes verursacht, drückt auch auf die psychischen Termen um so mehr, je complicirter sie sind, folglich am meisten in der Reihe, in welcher ein psychischer Term eingeschoben ward. Für diesen Term haben wir also allein in den Minimis des ganzen Processes das Minimum zu erwarten: dieser Erwartung entsprach im Allgemeinen das Ergebniss.

Anmerkung III. Es kann nicht unwichtig sein, zu untersuchen, wie viel Zeit bei gleichem Reiz das eine Signal mehr kostet als das andere. Für verschiedene Klänge und für die Bewegung der Hand kann ich dazu einen Beitrag liefern, gestützt auf 91 neue Beobachtungen, die an verschiedenen Beobachtungstagen alle durch mich selbst angestellt wurden. Das Signal wurde theils auf Licht-, theils auf Klangeindrücke gegeben. Die Klänge waren die Vocale, mit oder ohne vorausgehende Consonanten, p, t oder k. Verglichen wurden z. B. pi, ti, ki und i, — oder eigentlich nicht i, sondern i mit vorausgehendem Hamze der Araber, das ist, eingesetzt bei geschlossener Stimmritze: das Hamze der Araber ist eigentlich auch ein Verschluss-Consonant, wird aber in den meisten Sprachen vernachlässigt, — nur von guten Gesanglehrern nicht, die beim starken Einsetzen von Vocalen gegen den Stoss des Hamze sehr zu kämpfen haben. Ohne Hamze eingesetzt, entsteht der Klang nicht plötzlich genug, um den Anfang scharf zu registriren. Die Bewegung der Hand bestand im Hervorziehen eines zwischen die Enden der Arme der

Stimmgabel sacht eingeklemmten Klötzchens mit Handhabe, worauf die Schwingungen, ebenso wie die der Vocalklänge, sogleich durch den Phonautograph aufgeschrieben wurden. — Wir beschränken uns auf die Mittheilung der Endergebnisse in Schwingungen von 261 auf 1″.

Signal.

Reiz.	Vocal		Vocal mit p		Vocal mit t		Vocal mit k	
	Mittel.	Minim.	Mittel.	Minim.	Mittel.	Minim.	Mittel.	Minim.
Licht. .	43,3	41,5	45,1	40,5	53	48	219,3	216,5
id. . . .	50,8	48	52	52	58,7	56	50,8	217,5
Klang .	50	43,6	58,3	53	53,2	48	61,3	60,7
Licht. .	56	53,2	56,5	54,5	59,3	53,7	61,2	58,9
Mittel aus allen Reih.	50,22	46,57	52,97	50	56,05	51,42	55.65	53,27

Hieraus folgt, dass ohne Ausnahme der Verschluss-Consonant vor dem Vocal mehr Zeit verlangt, als der einfache Vocal mit Hamze, und dass p weniger Verzögerung giebt als t und k, wie auch schon aus dem Mechanismus zu vermuthen sein würde. Die Verzögerung beträgt, berechnet aus den Mitteln und aus den in Parenthese gesetzten Minimis,

für p	für t	für k
2,75 — (3,43)	5,83 — (4,85)	5,43 — (6,7).

In drei Beobachtungsreihen konnten wir das Signal von Klängen mit dem der genannten Handbewegung vergleichen, und fanden für die Handbewegung jedesmal mehr Zeit nöthig: in der ersten Reihe der Tabelle nämlich im Mittel 52,7 und Minim. 51, das ist 9,4 und (9,5) Schwingungen mehr als für den Vocal; in zwei andern Reihen, wobei der Vocal nicht bestimmt wurde, 3,95 und (6,63) und 4,85 und (6,93) mehr als für pi.

Anmerkung IV. Von den 51 Versuchsreihen, die gemacht, ausgezählt und berechnet sind, theile ich hier eine ausführlich mit, und ausserdem die Resultate von zwei anderen Reihen. In diesen Reihen kommen auf derselben Rolle abwechselnd die nach der a-, b- und c-Methode angestellten Versuche vor, d. i. bei Reaction auf bekannte, auf unbekannte und auf einen der unbekannten Klänge. Bei der c-Methode bleibt immer ein Theil der Klänge unbeantwortet: auf Rolle XVI B, wovon wir die Resultate hier in ihrem ganzen Umfange mittheilen, kommen auf 22 Curven nur 15 Bestimmungen vor, weil bei der a-Methode das Signal einmal wegen Zerstreuung ausblieb, und bei der c-Methode, wie sich gehörte, sechsmal nicht gegeben wurde.

21. August, Abends 7 Uhr; die Herren Hamer und Donders vor dem Phonautograph. H. ruft, D. antwortet. Stimmgabel = 261 Schwingungen.

Methode a. Ki zu beantworten mit Ki.

Nummer.	Reiz.	Signal.	Anzahl Schwingungen.	
1	Ki	Ki	45	im Mittel = 51,5 Minimum = 45.
2	Ki	ausgeblieben		
3	Ki	Ki	54	
20	Ki	Ki	53	
21	Ki	Ki	60	
22	Ki	Ki	45,5	

Methode b. Unbekannter Klang, zu beantworten mit gleichem.

Nummer.	Reiz.	Signal.	Anzahl Schwingungen.	
4	Ko	Ko	77,5	im Mittel = 74,33 Minimum = 72.
5	Ke	Ke	72	
6	Ki	Ki	72	
17	Ki	Ki	76	
18	Ku	Ku	74,5	
19	Ke	Ke	74	

Methode c. Von den Klängen allein Ki zu beantworten.

Nummer.	Reiz.	Signal.	Anzahl Schwingungen.	
7	Ku	—		im Mittel = 63,34 Minimum = 59.
8	Ki	Ki	71,5	
9	Ki	Ki	61,	
10	Ka	—		
11	Ku	—		
12	Ki	Ki	62	
13	Ke	—		
14	Ki	Ki	59	

Auf der folgenden Tabelle sind die Resultate der einzelnen Beobachtungen von dieser Rolle mit den von zwei ähnlichen Rollen, zusammen 38, an demselben Abend gemachte Bestimmungen vereinigt.

Methoden.	Anzahl Schwingungen. XV	XVI A	XVI B	Mittel aus den Beobachtungen.	Minimum aus 38 Bestimmungen.
a.	56,66	49,66	51,5	52,41	44,5
b.	74,83	73,08	74,33	74,08	62
c.	60,83	60,5	63,37	61,89	55,5

Man findet nun

	Aus den Mitteln			Aus den Mitteln von allen Beobachtungen.	Minimum aus 38 Bestimmungen.
	XV	XVI A	XVI B		
b—a	18,17	23,42	22,83	21,67	17,5
c—a	4,17	10,84	11,87	9,48	11

Also für die drei Rollen zusammen:

	Aus den Mitteln		Aus den Miminis		Im Mittel	
	Schwingungen.	Tausendstel Sec.	Schwingungen.	Tausendstel Sec.	Schwingungen.	Tausendstel Sec.
b—a	21,67	83	17,5	67,05	19,585	75,03
c—a	9,48	36,32	11	42,15	10,24	39,24

Physiologisch-anatomische Untersuchungen über das Brustbein der Vögel.

Von

Dr. Hugo Magnus,
prakt. Arzt zu Breslau.

(Hierzu Taf. XVI. u. XVII.)

Schon in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts ist von einigen französischen Naturforschern[1]) der Versuch gemacht worden, die bis jetzt aufgestellten, grösstentheils nur auf äusseren Kennzeichen und Merkmalen basirten systematischen Eintheilungen der Wirbelthiere durch neuere, hauptsächlich auf anatomischen Grundlagen fussende Systeme zu verdrängen. Auch in neuerer Zeit hat man vereinzelt den Versuch gemacht,

---

1) Blanchard. Recherches sur les caractères ostéologiques des oiseaux appliquées a la classification naturelle de ces animaux. Annales des sciences naturelles. Tom. XI. 1859.

Gervais. Remarques sur les caractères, que l'on peut tirer du sternum des oiseaux. Ann. d. scienc. nat. Tom VI. 1856.

Geoffroy. Sur des observations comm. à l'Academie au sujet des sternum des oiseaux. Nouv. Ann. du Muséum. Tom. II. 1833.

L'Herminier. Sur l'appareil sternal des oiseaux. Mém de la Soc. Linné. Tom. III. 1827.

De Blainville. Mém. sur l'emploi de la forme du sternum et de ses annexes pour la confirmation ou pour l'établissement des familles naturelles parmi les oiseaux. Journal de physique et de chemie. Tom. XCII. 1821.

die Ergebnisse, welche die anatomische Untersuchung der verschiedenen Klassen und hauptsächlich eine genaue Kenntniss ihrer Skelete liefert, für eine systematische Eintheilung des Thierreichs zu verwerthen. Mit besonderer Vorliebe hat man sich für diese Studien die Klasse der Vögel ausgewählt, wie Blanchard, eine Klasse, die für derartige Untersuchungen allerdings auch ein sehr fruchtbares Material liefert, und, wie man aus den eben citirten Arbeiten entnehmen kann, auch schon zu sehr interessanten Thatsachen geführt hat. Doch scheint mir die Art und Weise, wie die betreffenden Gelehrten diesen Versuch durchzuführen unternommen haben, durchaus nicht immer die gerade sehr zu billigende zu sein. Dieselben haben sich bei ihren Arbeiten fast ausnahmslos hauptsächlich an die Form des Sternum gehalten, die übrigen Scelettheile aber nur ganz obenhin behandelt. Es ist aber jeder andere Knochen des Skelets, hauptsächlich Kopf, Furcula, Pelvis gerade bei den Vögeln von ganz derselben Wichtigkeit wie jener, und dann ist es doch ein mehr oder weniger merkwürdiges Princip, die Vögel nur nach ihrem Brustknochen zu classificiren.

Ein anderer Umstand scheint mir hierbei auch noch von der grössten Bedeutung. Es muss nämlich ein System, das die anatomischen Verhältnisse berücksichtigt und mehr in den Vordergrund rückt, auch die äusseren Formen und Eigenthümlichkeiten in seinen Kreis ziehen, wenn es überhaupt Anspruch auf Gebrauchsfähigkeit machen will und für den Laien verständlich sein soll. Ein logisches System der Thiere darf also weder bloss die Aeusserlichkeiten, noch bloss die anatomischen Eigenthümlichkeiten als Eintheilungsprincip verfolgen, sondern muss beides vereinen. Eine kritische Betrachtung der äusseren Formen, verbunden mit einer genauen anatomischen Untersuchung, der den einzelnen Genera und Species eigenthümlichen Skeletformen dürfte wohl das System liefern, welches das naturgemässeste und logischste wäre. Es ist ja auch die Betrachtung einzelner Theile des Skelets für die jetzt bestehenden Systeme ein Hauptfactor und Stützpunkt. So ist z. B. bei den Quadrupeden die Kenntniss der Zähne und Füsse für eine Systematologie verwerthet worden; bei den Vögeln sind es Schnabel,

Nasenlöcher, Füsse. Es liegt also durchaus kein Grund vor, warum man gerade nur diese Theile des Skelets einer Untersuchung für würdig erachtet hat, dagegen so wichtige und höchst interessante Aufschlüsse liefernde Theile, wie Kopf und Sternum, ganz unberücksichtigt lässt. Dass man beide erst dann genau untersuchen kann, wenn sie macerirt und präparirt sind, wird wohl von Niemand als Grund dafür geltend gemacht werden. Es ist nun allerdings ein solches System, wie das soeben besprochene, nur dann möglich, wenn äusserst genaue und möglichst umfangreiche, d. h. recht viel Material bietende Vorarbeiten und Monographien über die Skelete oder einzelnen Knochen vorliegen.

Einen solchen Zweck verfolgt die vorliegende Untersuchung des Brustknochens der Vögel.

Das Sternum der Vögel liegt, wie das aller Vertebraten, in der Medianlinie des Thorax in dessen vorderer, respective unterer Wand, doch erstreckt es sich meist noch über die oberen Parthieen des Abdomen und bedeckt ausserdem auch einen nicht unbeträchtlichen Theil der Seitenwände des Thorax. Diese im Vergleich mit der Entwickelung des Brustbeins bei den anderen Wirbelthieren so in die Augen springende Breiten- und Längenausdehnung derselben erklärt sich aus den von allen anderen Classen der Wirbelthiere so wesentlich abweichenden Lebensbedingungen der Vögel. Die starke Entwickelung der am Sternum und seinen Adnexen entspringenden 5 Musculi pectorales, welche als Flugmuskeln fungiren, bedingt natürlich breite und starke Ursprungspunkte derselben, von denen aus die Muskeln ihre Wirksamkeit entfalten können. Ferner erleichtert das einem Schiffskiel ähnlich gebaute, stark ausgehöhlte Brustbein dem Vogel das Schweben in der Luft ganz ungemein. Es trägt gleichsam, besonders da sich ziemlich bedeutende Luftsäcke in seiner Concavität bergen, den Rumpf des Vogels in der Luft. Eine dritte, durchaus nicht gering anzuschlagende Function dieses Knochens ist der Schutz, den es den in Brust und Bauch liegenden Luftsäcken gewährt. Die dünnen membranösen Luftsäcke würden, wären sie nicht durch eine starke Knochendecke geschützt, leicht von der äusseren Luft compri-

mirt und die Füllung derselben mit Luft dem Vogel auf diese Weise sehr erschwert werden; das würde aber soviel heissen, als ganz bedeutende Herabsetzung des Flugvermögens. Die ganz besonders ausgesprochene Ausdehnung der Luftsäcke nach unten erklärt auch das Ueberwiegen des Längsdurchmessers des Sternum über den Querdurchmesser.

Die Dicke des Brustbeins ist keine bedeutende. Die mittleren Partien desselben sind die dünnsten und gegen das Licht gehalten durchscheinend; die Seitenränder, sowie der obere Rand sind weit massiger und dicker. Massiv ist das Sternum ebensowenig, wie alle anderen Knochen des Vogelskelets, bei denen wir eine auf Kosten der compacten Knochensubstanz ausgesprochene Entwickelung der spongiösen Substanz beobachten. Diese Structur der Knochen bedingt erstens eine bedeutende Gewichtsherabsetzung des Gerippes und zweitens bilden die spongiösen Knochen weite Maschen, welche als Luftreservoir dienen. Auf einem Durchschnitt durch ein Vogelsternum erblickt man eine vordere und hintere mässig dicke Knochentafel, zwischen denen regellos sich spongiöse Knochenballen ausspannen und so ein Maschennetz bilden. Die Grösse der Maschen variirt sehr, die weitesten finden sich in den seitlichen Rändern, im oberen Rand und endlich in der Basis der Crista. Dieser fächerige Bau lässt sich übrigens schon von aussen erkennen, indem sowohl auf der vorderen wie hinteren Fläche des Brustbeins zahlreiche weisse zarte Strichelchen auftreten, welche sich als Verwachsungsstellen der spongiösen Balken mit den Knochentafeln manifestiren. Gegen das Licht gehalten, zeichnet sich dies Maschenwerk des Sternum als zartes elegantes Netz ab.

Mit dem Brustknochen sind durch Gelenke die Rippenanhänge und die beiden Ossa coracoidea verbunden. Eine gelenkige Verbindung zwischen Rippen und Sternum finden wir bei den Vögeln; sie hat ihren Grund in der so wenig ausgiebigen Beweglichkeit des breiten Brustbeins, und giebt so den Rippen die Möglichkeit, sich ungehindert durch das Sternum, welches sich fast gar nicht von seinem Platze rühren kann, bewegen zu können.

Ueber die vom Brustbein entspringenden Muskeln vergleiche meine Dissertation: De musculis costarum sternique avium.

Trotz der so überaus zahlreichen und verschiedenen Formen und Gestaltungen, in denen wir das Sternum bei den einzelnen Familien antreffen, lässt sich doch bei genauer gründlicher Untersuchung jede von diesen verschiedenen Formvarietäten von einem Grundtypus ableiten. Die vielen so bedeutend differirenden Modificationen und Veränderungen in der Form dieses Knochens sind nichts als Ergebnisse des Einflusses der Lebensweise der Vögel. Die Formen des Skelets haben sich der Lebensweise des Vogels entsprechend umgebildet und sich dieser gleichsam angepasst. Man kann also bei nur einigermassen genauerer Kenntniss aus der Betrachtung des Knochenbaues sehr leicht einen Rückschluss auf die Lebensweise des Vogels machen. Dies hat mich veranlasst, fünf Hauptformen aufzustellen, welche den Einfluss der Lebensweise auf die Umformung und Entwickelung des Brustknochens zeigen sollen.

Die erste Form finden wir bei den Cursores; bei diesen zeigt das Sternum eine für die Lebensweise dieser Thierklasse ganz characteristische Form. Die Crista sterni fehlt, die Flugmuskeln sind verkümmert, kurz, das Brustbein hat hier die Form eines rundlichen schildförmigen, leicht gehöhlten Knochens, der nur als Schutz für den Thorax und Ansatzpunkt für die diversen Brust- und Armmuskeln fungirt. Die Vertreter dieser Form sind Struthio, Rhea, Casuarius.

Auch bei ganz jungen Thieren solcher Klassen, die eine starke Crista zeigen, habe ich das Fehlen derselben beobachtet; ein Beweis, dass deren Entwickelung nur von der grössern oder geringern Flugfähigkeit abhängt; so habe ich es bei 2 jungen Schwänen gefunden.

Die zweite Form finden wir in der Klasse derjenigen Vögel, die durch ihr ganz besonders entwickeltes Flugvermögen ausgezeichnet sind. Das Sternum ist hier nämlich sehr lang und breit, sowie stark concav; die Kielform ist ganz besonders deutlich ausgesprochen, indem der Winkel, den die Crista mit dem Körper des Sternum bildet, ein stumpfer ist.

Der untere Rand des Sternum ist meist glatt; relativ kleine Löcher finden sich zumeist über demselben. In diesem breiten, stark ausgehöhlten, nach unten sich zuspitzenden Knochen ruht der Vogelrumpf gleichsam wie in einem Schiff und schwebt von demselben getragen, ruhig und sicher in der Luft. Es gehören hierher alle Vögel, die sich durch ihren kühnen, schwebenden Flug auszeichnen, so alle Tagraubvögel mit ihren zahlreichen Klassen, ferner die Cypselidae, Caprimulgidae.

Die dritte Gruppe umfasst diejenigen Vögel, die bald auf dem Boden leben, bald in den Lüften. Hier ist der Brustknochen viel weniger concav und kleiner als wie bei den vorigen; die Crista sterni ist gut entwickelt; der untere Rand meist jederseits mit einem starken Einschnitt versehen, bei einzelnen mit zwei. Diesen Typus repräsentiren die Oscines, Upupa, Merops, Alcedo, Buceros, die Hühnerartigen; die meisten aus der Ordnung der Scansores.

Die vierte Form finden wir bei den Schwimmvögeln. Hier ist das Sternum breit und lang, mässig concav; die stark entwickelte Crista spitzt sich nach vorn nicht unbedeutend zu. Der untere Rand zeigt jederseits einen oder zwei Einschnitte; eine Ausnahme hiervon macht Mergus, bei dem sich diese Einschnitte nach meiner Beobachtung immer in Löcher umwandeln; ebenso bei einzelnen Enten, so Anas clangula. Diese Form befähigt, vermittelst ihrer Länge und Breite, den Vogel in ganz exquisiter Form zum Schwimmen; das so entwickelte Brustbein trägt den Vogel gleichsam auf dem Wasser. Die schwächere Concavität desselben rührt von einer schwächeren Entwickelung der abdominellen Luftsäcke her. Die Zuspitzung der Crista nach vorn erleichtert dem Vogel das Durchschneiden des Wassers; ganz exquisit zeigt sich diese Zuspitzung bei allen tauchenden Vögeln, so bei Mergus, Haliaeus, Plotus, Sula, Podiceps, Colymbus u. s. w.

Die fünfte und letzte Gruppe umfasst die Grallatores. Bei diesen ist das Sternum sehr lang und schmal; die Crista ganz bedeutend ausgeprägt; der untere Rand nie ohne Ausschnitte. Die Concavität wieder stärker. Die schnellen Laufbewegungen dieser Thiere, sowie das schnelle Hin- und Herschiessen der-

selben in der Luft bedingen diese Form. Das schmale Sternum mit seiner scharfen Crista durchschneidet beim Laufen wie beim Fliegen schnell und leicht die Luft. Es können deshalb die Repräsentanten dieser Gruppe schnell und ausdauernd fliegen, doch nie so wie die Raubvögel, die von ihrem breiten Brustknochen getragen werden, ruhig und lange in der Luft schweben.

Es lassen sich natürlich die soeben aufgestellten Grundtypen nicht ganz scharf und präcise begrenzen, da sie vielfach in einander übergehen; z. B. bilden wohl die Strigidae den Uebergang von der 2. zur 3. Form, doch ist dies auch durchaus nicht die Absicht der vorhergehenden Discussion gewesen, es sollte vielmehr nur ein Versuch sein, die zahlreichen Formen und Variationen, in denen uns das Vogelbrustbein begegnet, als Ergebnisse und Resultate des Einflusses der Lebensweise auf das Skelet darzustellen.

Einzelne dieser Formen lassen sich direct ohne grössere Schwierigkeit erklären, während wir für andere wohl nur schwer eine passende Erklärung finden werden. So hängt die grössere oder kleinere Concavität des Sternum von der entsprechenden Entwickelung der Luftsäcke ab, die der Innenfläche dieses Knochens anliegen. Je schärfer das Flugvermögen ausgeprägt ist, um so mehr entwickeln sich die Luftsäcke und also auch natürlich der dieselben schützende Knochen.

Die kleinsten Foramina oder Ausschnitte des unteren Sternalrandes im Verhältniss zur Grösse des ganzen Brustknochens habe ich bei allen den Vögeln beobachtet, die hoch und gut fliegen; also Raptatores, Larus, Sterna, Ciconia. Eine Erklärung hierfür liesse sich wohl durch folgende Betrachtung geben. Um den Vogel zum anhaltenden Flug zu befähigen, muss derselbe ein bestimmtes Quantum Luft in seine Knochen aufnehmen; je grösser nun das Sternum, der umfangreichste Knochen des ganzen Scelets, ist, um so mehr Luft kann dasselbe aufnehmen. Die Grösse desselben wächst aber natürlich mit der Abnahme des Umfangs der Löcher oder Einschnitte, und so auch seine Fähigkeit, grössere Quantitäten Luft einzunehmen. — Gehen wir jetzt zu der specielleren anatomischen Untersuchung des Brustbeins über. Ich theile dasselbe ein in den

Körper und die von demselben ausgehenden Fortsätze, deren zwei Paar paarige, Processus laterales superiores (Processus laterales antici Wiedemann. Processus costalis. Gurlt. Apophyse claviculaire Vicq d'Azyr.) und Processus laterales inferiores (Processus laterales postici Wiedemann. Les anses laterales Vicq d'Azyr.), und zwei unpaarige, Crista sterni und Spina sternalis, existiren.

Der Körper bildet die eigentliche Basis und Grundlage des ganzen Knochens; er stellt einen länglichen viereckigen Knochen dar, an dem wir eine vordere convexe, hintere concave Fläche und einen oberen, unteren Rand und zwei Seitenränder unterscheiden müssen (s. Taf. 16; I.). — Die vordere Fläche (Taf. 16; I. A.) ist convex, plan meist ohne jedes Foramen; nur bei Collocalia[1]) ist dieselbe jederseits mit einer ovalen Fontanelle versehen, die durch eine sehnige Membran geschlossen wird. Bei Colymbus areticus und septemtrionalis (s. Taf. 16; II. M.) ist das untere Ende der vorderen Fläche mit mehreren regellos angeordneten Löchern versehen. In der Medianlinie der vorderen Fläche steigt die Crista sterni senkrecht herab und theilt dieselbe so in zwei symmetrische Hälften; geht die Crista bis an den unteren Rand des Sternum, so ist diese Theilung eine vollständige, so bei Gypogeranus, Alcedo, Cuculus, Cypselus, den meisten Grallatores, einzelnen Natatores, so Colymbidae (s. Taf. 16; II. A. C. H. L. M. N.). Spaltet sich aber die Crista, bevor sie den unteren Rand erreicht hat, in zwei Schenkel, so schaltet sich zwischen die beiden seitlichen Hälften der vorderen Fläche eine kleine dreieckige Platte ein, die am unteren Ende der Crista liegt. Dieselbe stellt ein Dreieck vor, dessen Basis der untere Sternalrand, dessen Schenkel die divergirenden Endleisten der Crista bilden und dessen Spitze im unteren Ende der Crista liegt. Sehr deutlich ausgesprochen ist diese Form bei den Tagraubvögeln (s. Taf. 17; III. B. D.), bei den Eulen (Taf. 16; II. G.), bei den Oscines, bei Buceros, Psittacini; bei sehr vielen Schwimmvögeln, so Anser, Cygnus, Pelecanus. Bei einzelnen

1) Bernstein. Beiträge zur näheren Kenntniss der Gattung Collocalia. Aus den Verhandlungen der kaiserl. Leopold.-Carolinischen Academie der Naturforscher. Vol. XXVI. P. I.

hört die Crista schon 1—2‴ vor dem unteren Sternalrand auf; alsdann gehen an dieser Stelle die beiden seitlichen Hälften in einander über; dies beobachtet man bei Aquila leucocephala (Taf. 16; I.); bei Pelecanus, Sula, Haliaeus erreicht sie sogar kaum die Mitte der vorderen Fläche.

Die Foramina, die bei sehr vielen Arten sich dicht oberhalb des unteren Randes zeigen, sowie die daselbst auftretenden Einschnitte gehören in die weiter unten folgende Beschreibung des unteren Randes. Die vordere Fläche zeigt somit eigentlich nichts besonders Bemerkenswerthes, nur möchte ich noch auf einige Knochenleisten, die sich auf derselben zeigen und noch wenig beobachtet worden sind, aufmerksam machen. Es finden sich meist jederseits 3 solche Leisten. Die eine geht von dem lateralen Ende der vorderen Lefze des oberen Randes schräg zum Seitenrand herab, den sie ungefähr in seinem oberen Drittel erreicht (Taf. 16; I. Sp. S.). Sie bezeichnet die Grenze, bis zu der sich der Musculus Subclavius nach unten erstreckt, und möchte ich sie deshalb Spina Subclavii nennen. Bei starker Entwickelung dieses Muskels tritt natürlich auch diese Spina besonders deutlich hervor, so dass der von ihr begrenzte Theil zu einer seichten Grube vertieft erscheint; so zeigt sie sich besonders bei den Raptatores, bei Picus, Psittacini. Sehr schwach habe ich sie bei Diomedea und Pelecanus gefunden. Eine andere Leiste geht etwa von der Mitte der vorderen Lefze des oberen Randes entweder schräg zur Basis der Crista sterni hin (Taf. 16; I. Sp. P.), so bei den Raptatores, Corvinae, Laridae, Colymbidae, Ardea, Sterna u. s. w., oder sie geht parallel dem Seitenrand über die vordere Fläche fast bis zum unteren Rand herab, so bei Psittacus, Vanellus, Anatidae. Diese Leiste zieht die Grenze für die laterale Entwickelung des Musculus pectoralis medius und möchte ich ihr deshalb den Namen Spina pectoralis beilegen. Die Entwickelung dieser Leiste hängt wesentlich, sowie die jedes Knochenvorsprunges, der Muskeln zum Ansatz dient, von der mehr oder weniger starken Ausbildung ihres Muskels ab. Dieser Muskel ist aber bei allen den Vögeln, die einen grossen Kopf und langen Hals haben, sehr kräftig und muss es auch sein, da er ein Hauptregulator für

die Erhaltung des Gleichgewichtes während des Fluges ist. Dadurch nämlich, dass er, von der unteren Körperfläche entspringend, nach oben und vorn aufsteigt, dann sich um das Os coracoideum herumschlägt und direct nach hinten strebt, überträgt er einen grossen Theil des Gewichtes der vorderen Körperhälfte auf das Os coracoideum und weiter nach hinten auf den Humerus; er zieht seine im Bogen nach hinten gehende Sehne kräftig nach hinten, so dass, wie schon Cuvier[1]) angedeutet hat, er das Ueberschlagen des Vogels in der Luft verhindert. Es hängt und ruht das Vogelscelet also in diesem Muskel wie in einer Schleife. Macht sich daher eine besonders kräftige Entwickelung des Kopfes und Halses geltend, so wird demgemäss auch, um das Gleichgewicht des Körpers zu normiren, der Pectoralis medius und mit ihm seine Ursprungsleiste am Sternum schärfer hervortreten müssen. Wir finden auch bei allen Vögeln, die einen sehr grossen Schädel haben, eine starke Spina pectoralis, so bei allen Raptatores, bei Psittacus, bei den langhälsigen Grallatores und Natatores. Bei den Oscines und allen den Arten, die sich nicht durch besondere Entwickelung der vorderen Körperhälfte auszeichnen, habe ich die Spina pectoralis immer nur sehr schwach angedeutet gefunden, ja häufig sogar vermisst. Eine dritte quer von der Crista zum Seitenrand strebende Leiste zieht dem Pectoralis major eine Grenze für seine Ausdehnung nach unten (Taf. 16; I. H.).

Die hintere Fläche des Körpers ist concav; die tiefste Stelle der Concavität liegt in der Medianlinie in einer vertical herabsteigenden Furche. Ganz glatt habe ich diese Fläche nur bei den Colymbidae gefunden, während bei allen Anderen sich mehr oder weniger zahlreiche Löcher in derselben zeigen, die in die Luftzellen des Sternum führen. Eine sehr kleine Anzahl findet man bei den Oscines, den Hühnern und den kleineren Grallatores; sehr zahlreiche dagegen bei den Raubvögeln und grösseren Wadvögeln. Bei Anas habe ich nur ein Loch beobachtet, das in der Medianlinie dicht unterhalb des oberen Randes liegt, ebenso bei Larus. Die Anordnung der Löcher ist

1) Cuvier. Vergleichende Anatomie. Tom. I. pag. 249.

so, dass sie sich in grosser Menge in der Medianfurche, längs des oberen Randes und der Seitenränder finden, so bei den Corvini, bei Cuculus, Ciconia. Ueber die Form dieser Löcher lässt sich nichts bestimmtes angeben, da dieselbe sehr variirt; so verschmelzen bisweilen die Löcher längs des oberen Randes zu zwei grossen Löchern, die neben der Medianfurche liegen, so habe ich es häufig bei Picus, Psittacus gesehen, oder sie vereinigen sich zu einem umfangreichen Loch, das gerade in der Medianfurche liegt, wie ich es bei Ardea cinerea und Tetrao urogallus bisweilen gefunden habe. Doch sind dies eben nur Ausnahmen, die sich bei den Einen finden, während sie Anderen derselben Species fehlen. Ausserdem sieht man noch manchmal auf der hinteren Fläche einzelne hervorspringende Querleisten, die am Seitenrand entspringen und quer nach der Mitte hin verlaufen, oder sehr kurz sind; recht deutlich habe ich sie bei Larus, Ciconia angetroffen. Am tiefsten ist die Concavität der hinteren Fläche bei den Raptatores, bei Psittacus, den grösseren Grallatores; am flachsten bei den Natatores, z. B. Anas, eine Erscheinung, die ich schon vorhin durch den Einfluss der Lebensweise zu erklären versucht habe. — Am breitesten ist der Brustbeinkörper bei den Schwimmvögeln, besonders bei Pelecanus und Diomedea; am schmalsten bei den Grallatores; dafür macht sich aber in der Grösse des Längendurchmessers das umgekehrte Verhältniss geltend, so hat z. B. Grus wohl das längste Sternum.

Die Seitenränder, Margines laterales, zeigen drei Abschnitte; der oberste wird gebildet durch einen mehr oder minder ausgebildeten Fortsatz, Processus lateralis superior; an ihn schliesst sich nach unten der rippentragende Theil des Seitenrandes an, der nach unten zu in den dritten Abschnitt übergeht, welcher die verschiedensten Formen zeigt, bald gerade nach unten herabsteigt, bald einen Fortsatz, Processus lateralis inferior, nach der Seite schickt. Fassen wir alle drei Theile einmal als Ganzes ins Auge, so können wir von diesem Rand sagen, dass er bei allen den Arten, deren Sternum einen Processus lateralis inferior besitzt, nach unten zu divergent mit dem andern Seitenrand verläuft. Bei Fehlen dieser Fortsätze

gehen beide Ränder meist parallel bis fast an den unteren Rand, kurz vor dem sie sich aber etwas ausbauchen (s. Taf. 16; I.), oder sie gehen ganz parallel bis unten, so bei Ardea, Buceros (Taf. 16; II. E. F.). Divergent nach unten zu verlaufen beide Seitenränder bei den Edelfalken (Falco peregrinus, aesalon, subbuteo, islandicus, tinnunculus, rufipes und cenchris), ein Verhalten, welches gerade unter den Raubvögeln ganz besonders diese Familie charakterisirt. Auch die Psittacini zeigen diese Form, ebenso Cypselus, Collocalia. Eine Convergenz der Seitenränder nach unten wird nur äusserst selten beobachtet, so bei Haliaëtos albicilla, bei einzelnen Grallatores.

Untersuchen wir nun die 3 Abschnitte der Seitenränder einzeln. Der oberste Abschnitt, Processus lateralis superior, durchläuft alle Phasen der Entwickelung, von einer kleinen rundlichen, kaum vom Corpus sterni deutlich abgesetzten Knochenplatte (Psittacus, Milvus, Astur, Circus), bis zu einem schlanken, langen, nach oben oder aussen strebenden Fortsatz (Oscines, Corvini, Alcedo, Picus, Strigidae, Gallinacei, Ardea, Anas; s. Taf. 17; IV. A. D. E. F. L.). Es beginnt dieser Fortsatz am lateralen Ende der hinteren Lefze des oberen Randes; bisweilen findet sich an dieser Stelle eine seichte Incisur (Taf. 16; I. F.), welche denselben vom oberen Rand deutlich abtrennt, so bei den Aquilae, die auch einen mehr entwickelten Fortsatz besitzen, als die übrigen dieser Ordnung; ebenso bei Anser. Seine Grenze nach unten zu ist keine bestimmte, er geht vielmehr ohne irgend welche Incisur oder Vorsprung in den rippentragenden Theil des Seitenrandes über. Man trennt beide Theile am besten, wenn man in der Verlängerung des oberen Randes durch die Basis dieses Fortsatzes eine Grade zieht. Am schwächsten ist der besagte Fortsatz, wie schon erwähnt, bei Milvus, Astur, Circus; dann kommen einzelne Arten aus der Ordnung der Grallatores, so Vanellus, Scolapax, während es bei anderen ziemlich gross und nach der Seite gerichtet ist, so bei Ardea, Ciconia. Ziemlich bedeutend ist er bei allen Schwimmvögeln, doch am längsten bei den Oscines und den Hühnern, bei Picus, Ramphastos, Sturnidae, Strix aluco. Auch bei Struthio ist er sehr kräftig und nach der Seite gerichtet,

während er bei den vorher erwähnten Arten schräg nach oben und aussen geht. Er endet gewöhnlich bei diesen Arten mit einer breiten Platte, so besonders bei Centropus Mirbeckii, während er bei Picus mit knopfförmig verdicktem Ende aufhört. Bei den Wasservögeln ist er meist eine breite rundliche oder mehr viereckige Platte (so Anas, Podiceps, Taf. 17; IV. K. L.). Bei einzelnen Familien trägt er sogar noch Gelenkflächen zum Ansatz für 1 bis 2 Rippen, so bei Picus, Aquila, Ciconia; alsdann ist seine Grenze nach unten hin natürlich noch viel weniger deutlich als sonst.

Strix flammea und Otus vulgaris können allein, abgesehen von anderen Verschiedenheiten im Scelet, durch diesen Fortsatz unterschieden werden. Bei Strix flammea ist derselbe breit, ziemlich kurz, fast direct nach der Seite strebend, mit einer viereckigen breiten Spitze endend. Bei Otus vulgaris ist er schmal, schlank, nach oben und aussen gerichtet, in eine scharfe Spitze zulaufend. Die sich nach unten an diesen Fortsatz anschliessende, die Gelenkflächen für die Brustbeinrippen tragende Pars articularis stellt einen graden, oder ein wenig nach innen ausgehöhlten breiten Knochenrand dar. Die Länge dieses Randes ist eine sehr wechselnde und richtet sich nach der Anzahl der Gelenkflächen, die er trägt; seine Grenze nach unten zu ist die letzte Gelenkfläche. Sind nur wenig Gelenkflächen, so ist natürlich die Pars articularis kurz, so bei Ardea, Strigidae, Alcedo, Cuculus, Picidae, den Hühnerartigen; sind die Gelenkflächen sehr eng und nahe an einander gerückt, so verkürzt sich natürlich dieser Theil auch nicht unbedeutend, so bei den Oscines. Am längsten habe ich denselben bei den Natatores gefunden, wo die letzte Gelenkfläche dicht am Ursprung des Processus lateralis inferior sich findet. Auch bei den Tagraubvögeln ist die Pars articularis lang; bei Ciconia verlängert sich der rippentragende Seitenrand durch das Weitauseinanderstehen der 5 Gelenkflächen. Die Zahl der Rippen, die sich am Sternum ansetzt, variirt von 3 bis 9; darunter oder darüber habe ich sie nie fallen oder steigen sehen. Es giebt übrigens die Anzahl der ans Sternum sich ansetzenden Rippen bei verschiedenen Species derselben Art eine Unterscheidung

derselben; doch muss ich gleich hinzusetzen, dass die Anzahl der Rippenpaare bei den Vögeln sehr schwankt, also dies Criterium nur eine relative Sicherheit zur Unterscheidung bietet.

Ich lasse hier eine kleine Tabelle folgen über die Anzahl der ans Sternum sich ansetzenden Rippen; aus der Zahl dieser kann man die Zahl sämmtlicher Rippen sehr leicht berechnen, wenn man noch 2 Paar falsche Halsrippen, die sich fast bei allen Arten finden, und 1 Paar falsche Bauchrippen, die sich nicht überall finden, als bei den Hühnern, Natatores, Grallatores, mit wenigen Ausnahmen.

Rhea americana	3
Casuarius galeatus	4
Casuarius Novae Holland.	5
Ardea cinerea, „ stellaris, „ minuta	4
„ virgo	7
Alle Hühnerarten	4
Fast alle Clamatores	4
Strix flammea	4
Strix vulgaris	5
Alle Fringillae	5
Alle Corvini	5
Lanius	5
Sturnus	5
Motacilla	5
Vultur cinereus	5
Ramphastos Toco	5
Platalea	5
Phoenicopterus	5
Tantalus	5
Ciconia	5
Picidae	5
Sula	5
Haliaeus	5
Cacatua moluccensis	5
Psittacus rufirostris	5

Psittacus leucocephalus	5
„ sulphureus	5
„ erythacus	5
„ aureus	5
„ amazonicus	6
„ dominicus	6
„ ochrocephalus	6
„ macao	6
„ melopsittacus	6
Diomedea	6
Larus	6
Aptenodytes	6
Thalassidroma	6
Mergus	6
Cathartes percnopterus	6
Alle Edelfalken	6
Gypaëtos barbatus	6
Lestris	7
Alle Adler	7
Ausgenommen Haliaëtos albicilla	6
Astur	7
Circus	7
Milvus	7
Cygnus olor „ atratus	7
Grus	8
Cygnus musicus	9.

Dass diese Zahlen Schwankungen unterworfen, habe ich vorhin schon angedeutet, doch habe ich, da ich die meisten der angeführten Vögel in verschiedenen Exemplaren untersucht habe, wohl beurtheilen können, welche Zahlen die gewöhnlichen sind, und diese habe ich in die Tabelle aufgenommen. Wo ich bloss ein Thier untersuchen konnte, habe ich die Zahlen nicht angegeben; so habe ich bei 1 Exemplar von Falco apivorus 5 wahre Rippen gefunden, ebenso bei Meleagris gallopavo 5, bei Tetrao lagopus 5; bei 5 untersuchten Perlhühnern zeigten vier 4 Paar echte Rippen, eins aber 5; bei 3 Exem-

plaren von Crax hatten zwei 4, eins 5 Paar wahre Rippen; bei Fulica atra hatten zwei 7, eins 6 Paar u. s. w.

Wie sich aber Species einer Gattung durch die Rippenzahl unterscheiden lassen, sieht man bei Psittacus, Ardea, Cygnus, Casuarius, Falco nobilis. In demselben Grade wie die Anzahl der Gelenkflächen für die Rippen am Sternum variirt, ist die Form derselben constant. Der dieselben tragende Sternalrand ist ziemlich breit und zeigt zwei Lefzen, eine vordere und eine hintere, von denen die erstere meist gegen die andere etwas zurücktritt. Die Gelenkflächen nun springen als Querleisten dieses Randes stark hervor. Der Raum zwischen zwei solchen Leisten ist concav und zeigt einige Foramina, welche in die Luftzellen des Brustbeins führen; ganz besonders gross habe ich dielben bei Struthio, Ardea beobachtet, während ich sie bei Vanellus cristatus und Scolopax rusticola vermisst habe. Die Querleisten selbst tragen an ihrem vorderen und hinteren Ende je einen flachen, rundlichen Gelenkkopf, und sehen nicht direct nach aussen, sondern nach aussen und unten, entsprechend der Richtung der Brustbeinrippen, die sich an dieselben ansetzen. Die Länge dieser Leisten nimmt nach oben und unten ab, so dass schliesslich die obere und untere zu einem kleinen rundlichen Condylus sich umgewandelt haben. So bei Psittaci, Anatidae, Colymbidae. Bei den Raptatores zeigt nur die oberste Gelenkfläche diese Umwandlung, ebenso bei den meisten Oscines, Corvini, Coracias. Bei Picus ist die oberste Gelenkfläche die stärkste, zu einer breiten, dicken Querleiste umgewandelt; dafür ist die folgende zweite die kleinste. Bei Larus zeigt nur die unterste Gelenkfläche die Umwandlung in einen rundlichen Gelenkcondylus. Bei vielen verkleinern sich die Gelenkflächen bloss nach oben und unten, ohne jene Umwandlung einzugehen, so Alcedo, Cuculus, Vanellus, Scolopax, Totanus, Sterna u. s. w. Die Rippen tragen dem entsprechend ebenfalls zwei glatte, wenig vertiefte Köpfchen, welche auf die Gelenkflächen des Sternum passen. Die Bewegung in diesem Gelenk geschieht um eine Axe, die quer durch die Rippenköpfchen geht; es besteht dieselbe also nur in einem Heben und Senken der Rippen; wir müssen das Gelenk daher als einen Ginglymus ansprechen.

Eine zweite Bewegung, die in diesem Gelenk noch möglich ist, ist ein Vor- und Zurückrutschen der Rippen auf der Gelenkfläche; doch ist dasselbe nur sehr unbedeutend, so dass wir ganz davon absehen und das Gelenk als reines Winkelgelenk bezeichnen können. Verstärkungsbänder der dies Gelenk einschliessenden Kapsel sind ein vorderes und ein hinteres, welche von dem Rippenhals auf die vordere und hintere Fläche des Brustbeins sich strahlenförmig ausbreiten. Die Gelenkkapsel setzt sich an den Rippen kurz hinter deren Köpfchen an; am Sternum setzt sie sich an den Umfang der Gelenkfläche an. Die Richtung der Brustbeinrippen ist eine schiefe; dieselben steigen von unten und aussen nach oben zum Sternum auf. Die untersten Rippen steigen am steilsten auf, so dass sie dem Seitenrand des Sternum fast anliegen; die oberen Rippen haben eine mehr horizontale Richtung.

Schärfer und bestimmter als gegen den Processus lateralis superior grenzt sich dieser rippentragende Theil gegen den letzten unteren Abschnitt des Seitenrandes ab. Die letzte Gelenkfläche bildet hier die Grenze. Dicht unter derselben springt die äussere Lefze des Seitenrandes als scharfer, schneidender Kamm vor, während die hintere als abgerundete, schwach ausgeprägte Leiste bedeutend zurücktritt; ein Verhalten, das ich überall sehr deutlich entwickelt gefunden habe, am schwächsten bei Ciconia. Fehlen die Processus laterales inferiores des unteren Sternalrandes, so geht dieser unterste Abschnitt, abgerechnet einige Ausbuchtungen besonders am Ende (Taf. 16; I. E.), grade bis zum unteren Rand des Brustbeins. Beim Auftreten jener Fortsätze dagegen verläuft er meist schief nach unten und aussen, so dass er mit dem rippentragenden Theil einen stumpfen, nach aussen offenen Winkel macht; besonders sieht man dies bei den Hühnerartigen (s. Taf. 17; IV. K.). Eine Ausnahme hiervon machen Ardea, Buceros, Ciconia, Haliaëtos, wo der Rand bis unten grade verläuft. Die Abweichung desselben nach aussen zeigt natürlich alle möglichen Uebergänge; sehr schwach ist dieselbe bei Vanellus, Scolopax.

Wenden wir uns jetzt zur Betrachtung des unteren Randes. Derselbe zeigt die meisten Variationen und Formen, welche

sich aber doch schliesslich alle als Modificationen und Umbildungen einer Grundform ergeben. Als Grundform möchte ich die des vollkommen glatten, convexen Randes bezeichnen, wie wir ihn bei Cypselus apus (Taf. 16; II. A.) und bei Collocalia finden. Aus dieser entwickelt sich durch Treiben eines Fortsatzes und durch stärkeres Zuspitzen des Randes nach der Medianlinie hin die zweite Form, wie wir sie bei Aquila leucocephala, Gypogeranus africanus (Taf. 16; II. B. C.) beobachten. Tritt nun dieser mediale Fortsatz stärker hervor, so bilden sich natürlich zu seinen beiden Seiten mehr oder weniger tiefe Einschnitte und so wandelt sich die untere Parthie des Margo lateralis durch Tieferwerden dieser Einschnitte in die vorhin erwähnten Processus laterales inferiores um. Ueber die Formveränderung des unteren Randes durch die verschiedenen Formen dieser Einschnitte und des medialen Fortsatzes habe ich in Taf. 16; II. D.—O. eine kleine Uebersicht zu geben versucht. Aus dieser Form resultirt diejenige, bei der oberhalb des unteren Randes jederseits ein Foramen sich findet, so bei Vultur leucocephalus Taf. 17; III. C., Cathartes percnopterus Taf. 17; III. B. und D., Falco peregrinus, ferner bei Milvus, Astur, Circus, Psittacini; es entstehen diese Foramina einfach durch eine knöcherne Brücke, welche die untere Oeffnung der oben erwähnten Einschnitte verschliesst. Bei jungen Thieren, die zu einer Species gehören, die jene Foramina im Sternum führt, findet man diese Löcher noch als Einschnitte; erst späterhin verwandeln sie sich in rings mit Knochen umrandete Foramina (s. Taf. 16; II. O.). Die letzte Form endlich, bei der wir jederseits von der Medianlinie zwei Einschnitte und zwei Fortsätze beobachtet, bildet sich einfach so, dass in den Processus laterales inferiores, wie sie uns Taf. 16; II zeigt, jederseits ein Foramen sich zeigt (s. Taf. 17; III. A. Diomedea exulans). Diese Foramina treten nicht constant auf, fehlen bald, bald sind sie sehr gross oder sehr klein. Durch unterbleibende Verknöcherung der unteren Peripherie dieser Foramina verwandeln sich dieselben in Einschnitte, welche den Processus lateralis inferior, in dem sie sich finden, in zwei Fortsätze spalten. Recht deutlich kann man dies bei Larus sehen (Taf. 17; III. G.), wo der laterale Einschnitt sehr klein

ist; eine Uebersicht dieser Form findet sich Tab. 17; III. E.—K. Welche Einflüsse sich geltend gemacht haben, um diese Umwandlungen und Formvarietäten hervorzubringen, lässt sich schwer sagen. Einen nicht unbedeutenden Einfluss möchte ich dem Musculus rectus einräumen, der sich am unteren Rand des Sternum ansetzt und so durch seine grössere oder kleinere Entwickelung auch den medialen Fortsatz mehr hervortreten lassen wird. Bei hoch- und gutfliegenden Vögeln ist der untere Rand nur durch unbedeutende Einschnitte oder Foramina unterbrochen; hier ist der Schutz, den das Sternum den Luftsäcken bieten soll, und die Verkleinerung der Luftzellen des Sternum, die durch grosse Einschnitte bedingt, das Flugvermögen herabsetzen würde, die Ursache. Die hühnerartigen Vögel, die sehr viel laufen, dagegen weniger gut fliegen, haben die grössten Einschnitte. Das sehr grosse Brustbein dieser Thiere wird auf diese Weise leichter, ohne seine Widerstandsfähigkeit zu verlieren, und begünstigt durch seine grössere Leichtigkeit ein viel rascheres Laufen dieser Thiere. Tiedemann[1]) will die bedeutende Ausdehnung des Hühnersternum nach unten durch den Schutz, den es dem Magen gewähren soll, erklären.

Die Formen des unteren Randes bieten uns ein sehr schätzenswerthes Material zur Unterscheidung einzelner Species desselben Genus. So zeigt Larus glaucus Brunichii einen unteren Rand mit jederseits einem Einschnitt, ungefähr wie Ardea (s. Taf. 16; II. E.). Alle anderen Möven, die ich untersucht habe, als Larus ridibundus, canus, argentatus, tridactylus zeigen jederseits zwei Einschnitte (s. Taf. 17; III. G.). — Alle entenartigen Vögel zeigen am unteren Rand jederseits einen tiefen Einschnitt; Mergus dagegen hat einen unteren soliden Sternalrand mit jederseits einem Foramen über demselben; ebenso Anas clangula. — Strix flammea hat jederseits einen Einschnitt im unteren Sternalrand (Taf. 17; II. G.). Strix Bubo, aluco, otus jederseits zwei, im Ganzen also vier. Diese Angabe berichtigt zugleich die Behauptung Tiedemann's — in dem soeben an-

1) Tiedemann. Anatomie u. Naturgeschichte d. Vögel. Bd. I.

geführten Werke p. 215 — dass alle Eulen vier Einschnitte im unteren Sternalrand hätten.

Colymbus arcticus und septemtrionalis (Taf. 16; II. M.) haben am unteren Rand des Sternum jederseits einen schmalen, nach oben sich verschmälernden Einschnitt; zwischen diesen beiden ragt eine mediale, breite Platte hervor, die von zahlreichen, regellos gestellten Löchern durchbrochen ist. Die Processus laterales inferiores sind grade, etwas schief nach aussen gerichtet, kurz, werden vom medialen Theile bedeutend überragt, sind unten schmäler wie oben. Podiceps auritus und subcristatus (Taf. 16; II. L.) dagegen haben jederseits einen rundlichen, ovalen, und in der Medianlinie noch einen spitzwinkligen, tiefer einspringenden Einschnitt; die Processus laterales inferiores krümmen sich nach innen, überragen den mittleren Theil des unteren Randes, sind oben und unten gleich breit.

Bei allen von mir untersuchten Papageien habe ich den unteren Sternalrand ganz solid gefunden, mit jederseits einem Foramen über demselben; nur Psittacus Macao (Taf. 16; II. D.) zeigt zwei Einschnitte mit einem zwischen beiden hervortretenden kurzen Fortsatz.

Die Edelfalken zeichnen sich durch die Bildung dieses unteren Randes, sowie durch die des ganzen Brustknochens von allen anderen Klassen der Raubvögel aus. Derselbe ist hier ziemlich in die Breite gezogen, wenigstens breiter als der Breitendurchmesser des Corpus sterni, etwas verdickt, leicht nach vorn umgebogen und mit einer schmalen, von der Crista ausgehenden Leiste gleichsam umsäumt. In der Medianlinie derselben tritt nur ein kleiner knopfförmiger Fortsatz hervor. Die Ausschweifungen sind nur ganz seicht, während sie bei Astur, Milvus, Circus viel tiefer sind, ebenso bei Cathartes (s. Taf. 17; III. B.). Die Foramina oberhalb des unteren Randes sind dreieckig, mit abgerundeten Winkeln, relativ die grössten von allen Arten dieser Ordnung; sie verschwinden nur ganz ausnahmsweise, während sie bei Circus z. B. sehr häufig verschwinden, oder halb zuwachsen.

Die Vultures (Taf. 17; III. C.) zeichnen sich durch einen sehr convexen unteren Rand des Brustbeins aus, wie wir ihn in

dieser Weise bei keinem anderen Individuum aus der Ordnung der Raptatores finden. Ebenso zeichnet sich Haliaëtos albicilla durch zwei Ausschnitte im unteren Sternalrand aus, ähnlich wie bei Psittacus Macao.

Gypogeranus africanus zeigt eine ganz eigenthümliche, sonst bei keinem Tagraubvogel zu findende Gestaltung des unteren Sternalrandes. Derselbe fällt hier nach der Medianlinie hin gleichsam terrassenförmig ab; in der Medianlinie ragt das untere Ende der Crista sterni als starker Fortsatz hervor (Taf. 17; II. C.).

Alle Segler, Cypselidae, haben einen unteren ganz platten, nur wenig convexen Rand (s. Taf. 16; II. A.).

Meleagris gallopavo zeichnet sich durch die grosse Breitenausdehnung des lateralen Processus des unteren Randes aus, die z. B. bei Tetrao tetrix (Taf. 17; III. K. a.) nicht breiter als die medialen (b.) sind; besonders ist das untere Ende dieser Fortsätze schaufelförmig verbreitert.

Breit und dick sind diese Fortsätze bei Goura coronata, der gleichsam den Uebergang zwischen Hühnern und Tauben vermittelt (Taf. 17; III. H.). Die Tauben haben nur jederseits einen Ausschnitt im unteren Rand, dagegen zu beiden Seiten des medialen Fortsatzes noch je ein Foramen. Denkt man sich bei Goura die kleinen Einschnitte (d) durch eine untere Knochenbrücke geschlossen, so haben wir die characteristische Form für die Tauben. Eine ähnliche Form mit zwei Löchern und zwei Einschnitten habe ich bei Vanellus beobachtet.

Bei allen aus der Ordnung der Oscines hat der untere Sternalrand zwei ziemlich tiefe Einschnitte, jederseits einen (Taf. 16; II. K. Taf. 17; IV. D.). In der Ordnung der Clamatores treten verschiedene Formen dieses Randes auf; so haben die Caprimulgidae zwei mässig tiefe, aber ziemlich breite Ausschnitte (jederseits einen), welche einen ziemlich stark prominirenden medialen Fortsatz zwischen sich haben. Die Cypselidae haben einen ganz massiven Rand (Taf. 16; II. A.) Dagegen haben die Colopteridae, Epopidae, Buceridae jederseits einen Einschnitt wie die Oscines. Eurystomi, Meropidae und Halcyonidae haben jederseits zwei, im ganzen also vier Einschnitte

(Taf. 17; IV. H. M.). Cuculus hat jederseits einen seichten, rundlichen Einschnitt und zugleich ist der untere Rand stark nach vorn umgebogen; auch Ramphastos hat nur zwei Einschnitte im unteren Rand; Junx und Picus dagegen vier; die Papageien meist gar keine.

Diese Einschnitte und Foramina sind durch eine starke bindegewebige Membran verschlossen.

Wenden wir uns jetzt zur Untersuchung des oberen Sternalrandes: Derselbe ist convex, erreicht grade in der Medianlinie seine grösste Höhe und trägt die durch einen mittleren Fortsatz oder Furche getrennten Gelenkflächen für den Ansatz der Ossa coracoidea. Diese Gelenkflächen zeigen bei allen Arten im grossen Ganzen denselben Bau; sie haben eine vordere und hintere Lefze, zwischen denen sich eine mehr oder weniger tiefe Furche hinzieht; ziemlich tief habe ich dieselbe bei den Tauchern gefunden. Die hintere Lefze gleicht einem rundlichen Knochenwulst und trägt einen länglichen überknorpelten Condylus articularis, der dem Os coracoideum zum Stützpunkt dient. Beide hintere Lefzen werden in der Mitte meist durch einen seichten Ausschnitt getrennt, so bei den Oscines, Tagraubvögeln mit Ausnahme der Edelfalken, wo sich an Stelle dieses Ausschnittes ein kleiner, spitzer Fortsatz erhebt, ebenso bei Cuculus (s. Taf. 17; IV. B. C.). Auch bei den Strigidae finden wir einen solchen Ausschnitt, ebenso bei Anatidae, Colymbidae. Bei vielen erstreckt sich der die vorderen Lefzen trennende Fortsatz, Spina sternalis, auch noch auf die hintere Lefze, so bei den Papageien, Hühnerartigen, Picidae, Cypselus, Vanellus, Scolopax, Larus, Sterna. Die vordere Lefze gleicht mehr einem scharfen schneidenden Kamm, und bildet an ihrem lateralen Ende meist ein deutlich fortspringendes Tuberculum, so bei den Fringillen, Eulen, Laridae, Anatidae. Die Höhe beider Lefzen ist entweder eine gleiche, was jedoch ausnahmsweise der Fall ist, so bei Cuculus, oder es ist die hintere höher wie die vordere, so bei den Oscines, vielen Clamatores, allen Raptatores, vielen Schwimm- und Sumpfvögeln, so ganz exquisit bei Ardea. Die vordere Lefze überragt die hintere bei den Tauchern. Es nimmt nun die durch die beiden Lefzen und die dazwischen

befindliche Furche gebildete Gelenkfläche das untere Ende des Os coracoideum auf; durch zwei sehr starke Bänder, ein vorderes äusseres und ein hinteres inneres, wird dies Gelenk befestigt. Die Form desselben und seine äusserst geringe Beweglichkeit drücken demselben den Charakter einer Amphiarthrosis auf.

Getrennt werden beide vorderen Lefzen in der Medianlinie durch die vorhin schon genannte Spina sternalis. Dieser Fortsatz nun zeigt die mannigfaltigsten Formen. Im Allgemeinen lässt sich die Behauptung aufstellen, dass die grössere oder kleinere Entwickelung dieses Fortsatzes von dem Ansatz des Gabelschlüsselbeins, Furcula, an denselben abhängt. Setzt sich die Furcula nicht an die Spina sternalis, sondern an den oberen Rand der Crista, so ist die Spina sternalis nur schwach angedeutet. Dies beobachten wir bei Caprimulgus, Strix, Tantalus, Platalea, Ciconia, Anas moschata, tadorna, Mergus, Pelecanus, Podiceps u. s. w. Ist die Furcula dagegen an die Spina sternalis angeheftet, so ist diese stark entwickelt und zeigt eine dreieckige Form mit vorderer scharfer Kante, so bei den Tagraubvögeln, bei Larus, Vanellus. Bei vielen Arten setzt sich die Furcula nicht direct an die Spina sternalis, sondern sie schickt einen Knochenfortsatz nach hinten, der sich vermittelst eines Bandes an die Spina anheftet; so bei den Oscines, Clamatores, bei den Hühnern, bei Alca, Larus.

Es findet sich diese Spina sternalis, wie schon oben angedeutet wurde, entweder nur auf die vordere Lefze beschränkt, oder sie geht auch auf die hintere über; dies letztere beobachtete ich bei den Spechten, den Cypselidae, bei Vanellus, Totanus, Scolopax, Larus, Sterna, den Hühnerartigen. Bei den Raubvögeln, Oscines, Corvini, Alcedo, Coracias, Ardea, beschränkt sie sich nur auf die vordere Lefze. Es bietet dieser Fortsatz eine solche Menge von Formen dem Beobachter, dass wir etwas genauer uns mit demselben beschäftigen müssen. Betrachten wir zuerst seine Form, wenn er nur auf der vorderen Lefze sich findet. Derselbe zeigt uns dann eine dreieckige, pyramidale Form mit einer hinteren, einer oberen und zwei seitlichen abgerundeten Leisten oder Kanten. Kurz und ge-

drungen ist diese Spina bei den Tagraubvögeln; bei den Strigidae ist sie sehr klein, besonders bei Strix flammea, während sie bei Aluco, Bubo etwas höher ist. Sehr breit und kurz habe ich sie bei Gypaëtos barbatus afr. gefunden, wo auch die seitlichen Flächen, über die sonst nichts zu berichten ist, einzelne Foramina zeigten. Sehr lang und schmal ist dieser Fortsatz bei Ardea, bei Anas boschas; bei den übrigen Enten ist er kurz, bei Anser viereckig. Bei den Oscines, Corvini ist er ebenfalls lang, nach hinten und oben aufsteigend, gabelförmig gespalten.

Die vordere scharfe Kante zeigt sehr verschiedene Formen in ihrer Entwickelung. Sie erstreckt sich bis auf den oberen Rand der Crista sterni herab, wo sie und zwei seitliche, ihr parallel laufende rundliche Knochenwülste als Ursprunglinien der Crista bezeichnet werden: Bei den Hühnern ist diese scharfe mittlere Kante am schwächsten entwickelt und der obere Rand der Crista sehr ausgehöhlt (Taf. 17; IV. A. a.), auch bei Cuculus und den Raptatores ist sie schwach. Durch allmähliges schärferes Hervortreten dieser mittleren Kante wandelt sich der obere Cristalrand in einen scharfen schneidenden Kamm um; eine Uebersicht darüber giebt Tab. 17; IV. A.—K. Sehr deutlich ist dieser Kamm bei Alcedo, Coracias, Junx, Psittacus, Picus, Anatidae, Colymbidae, Plotus, Haliaeus. Man sieht auf beiden Seitenflächen dieses Kammes je einen rundlichen Knochenwulst, ein Beweis dafür, dass sich der Kamm einfach durch starkes Hervortreten der mittleren Leiste des oberen Cristalrandes bildet, während die beiden seitlichen Leisten unverändert bleiben und sich dann an den Seitenflächen des Kammes als jene rundlichen Wülste zeigen. — Die obere Fläche ist meist dreieckig und je nach der Dicke und Breite des ganzen Fortsatzes grösser und kleiner. Bei den Oscines, Corvini, Picus theilt sie sich gabelförmig in zwei Zacken (Taf. 17; VI. D. F.); auch bei einzelnen Papageien, wo dieselbe durch eine tiefe mittlere Furche ausgezeichnet ist, findet sich diese Theilung. Bei den Edelfalken, bei Cuculus, Ardea, Anatidae spitzt sich die Spina so zu, dass ihre obere Fläche fast ganz verschwindet. Die hintere Fläche ist mässig breit, entweder mit einzelnen Foramina ver-

sehen, so bei Oriolus, allen anderen Corvini, Alcedo, Collocalia, oder glatt ohne Löcher. Bei einzelnen steigt von der oberen Fläche beginnend eine Leiste über die Hinterfläche, so bei den Raptatores diurni.

Geht die Spina sternalis auch auf die hintere Lefze über, so ändert sie sich in ihrer Form doch nur wenig; sie zeigt dann dieselben Kanten und Flächen, die wir soeben besprochen haben. Bei den Hühnerartigen zeigt sich ein Foramen, welches die Spina von einer Seite zur anderen quer durchsetzt (Taf. 17; IV. A.). Bei einzelnen Arten ist die hintere Fläche ebenfalls von einem ziemlich umfangreichen Foramen durchbohrt, so bei Numida meleagris, Gallus Pumilio, Crax Alector, Urax Pauxi. Man kann durch dieses zweite Loch die Brustbeine dieser drei Arten von denen der anderen Hühner unterscheiden, da sich dasselbe constant zu finden scheint; ich habe es wenigstens bei 6 Exemplaren von Numida, die ich untersucht habe, stets gefunden, ebenso bei Crax und 3 Pumilio.

Auch Merops (Taf. 17; IV. M.) zeigt einen quer durchbohrten Fortsatz.

Cypselus und Collocalia zeigen die kleinste Spina sternalis, welche sich in Form einer schmalen, niedrigen Leiste von der vorderen auf die hintere Lefze erstreckt.

Durch die Form dieses Fortsatzes unterscheiden sich einige Arten ganz wesentlich. So haben die Edelfalken zwei Spinae, eine vordere und hintere (Taf. 17; IV. C.); eine Form, die überhaupt selten, sich bei keinem anderen Falken findet. Es gehören hierher Falco peregrinus, tinnunculus, subbuteo, aesalon, rufipes, cenchris.

Strix flammea hat nur eine schmale Leiste an Stelle der Spina, während Aluco einen kleinen Fortsatz besitzt.

Bei Podiceps ist der Fortsatz am allerkleinsten, während er bei Ardea Virgo die grösste Entwickelung zeigt.

Die Eurystomi (Taf. 17; IV. E.) haben einen dreieckigen, nach oben sich zuspitzenden Fortsatz.

Ich möchte hier noch einen Irrthum berichtigen, den ich

in Bernstein's[1]) Anatomie der Krähen gefunden habe. Bei Caryocatactes soll sich diese Spina sternalis in einen vorderen und hinteren Fortsatz, ähnlich wie bei Cuculus (Tab. IV. C.), spalten; ein Verhalten, das ich bei 5 Exemplaren von Caryocatactes nie habe constatiren können, vielmehr theilt sich die Spina sternalis, wie bei allen anderen Corvini, an ihrem oberen Ende gabelförmig in zwei Zacken.

Es bleibt uns jetzt bloss noch die Betrachtung der die vordere Fläche des Sternum halbirenden Crista sterni. Dieselbe steigt senkrecht in der Medianlinie der vorderen Sternalfläche herab. Man unterscheidet an ihr eine obere und vordere Kante, sowie zwei Seitenflächen. Die obere Kante (Tab. I. G.) haben wir schon bei der Spina sternalis besprochen. Wir haben deshalb hier nicht mehr viel darüber zu sagen. Es sei hier nur der eigenthümlichen Form dieses Randes bei den Tauchern gedacht. Es geht derselbe hier von der Basis der Spina sternalis schräg nach vorn und oben in die Höhe, so dass da, wo er auf den vorderen Cristalrand stösst, ein ziemlich spitzer Winkel entsteht; diese Form des Randes befähigt die Vögel schnell und kräftig das Wasser beim Tauchen zu durchschneiden. Ich habe sie bei Plotus, Haliaeus, Sula, Mergus, Colymbus, Podiceps ganz besonders deutlich ausgeprägt gefunden (Taf. 17; IV. K.).

Eine andere merkwürdige Form dieses oberen Cristalrandes muss hier noch erwähnt werden; es ist die, in der wir das Sternum bei Grus und Cygnus musicus antreffen; bei Grus ist der hintere Theil dieses Randes, der an die Spina sternalis grenzt, zu einer knöchernen Kapsel aufgetrieben, vor der sich eine Oeffnung befindet; in diese Oeffnung tritt ein Theil der Trachea. Bei Cygnus ist der obere Rand in einen tiefen, klaffenden Spalt umgewandelt, der ebenfalls zur Aufnahme der Trachea bestimmt ist. Bei Ciconia und Tantalus habe ich einen schmalen, seichten Spalt im oberen Rand gefunden. Auch bei den Möven beobachtet man einen ganz characteristischen

1) Bernstein. De anatomia corvorum. Pars prima. Osteologica. Breslau 1853. pag. 35.

oberen Cristalrand. Er geht hier von der Basis der Spina sternalis grade und wenig concav nach vorn, um sich plötzlich zu einem vorspringenden abgerundeten Winkel zu erheben.

An dem vorderen Rand ist nichts bemerkenswerthes; derselbe ist convex, seine grösste Höhe liegt meist in der Nähe des Winkels, den der obere Cristalrand mit dem vorderen Rand bildet. Nach unten zu fällt er allmählich ab; über seine Endigungsarten habe ich schon bei Betrachtung des Corpus sterni gesprochen; es sei hier nur noch einmal kurz erwähnt, dass die Crista am längsten bei Gypogeranus africanus (Tab 16; II. C.) wird, während sie bei den Tauchern, wie Sula, Plotus, Haliaeus kaum bis zur Mitte des Brustbeins herabreicht; auch Pelecanus zeigt diese Form. Sehr convex ist der vordere Rand bei Ciconia, Ardea, Haliaëtos albicilla. Seine Breite nimmt von oben nach unten ab. Da, wo oberer und vorderer Cristalrand aneinanderstossen, bilden sie einen Winkel, der die verschiedensten Formen zeigt.

Bei den Oscines ist er spitz, bei den Papageien dagegen abgerundet; auch bei den Raptatores ist er mehr abgerundet, während er bei Schwimm- und Sumpfvögeln spitz ist; ganz besonders zugespitzt ist er bei allen tauchenden Vögeln; auch bei den Anasarten ist er sehr scharf.

Bei Larus und Sterna ragt dieser Winkel als ein breiter, abgerundeter Fortsatz vor. Bei Ciconia, Tantalus', Pelecanus Buceros ist dieser Winkel breit abgeplattet und liegt auf ihm die Furcula auf; bei Grus ist die Furcula mit demselben knöchern verschmolzen und zwar jeder einzelne Schnabel derselben besonders.

Auch bei Pelecanus habe ich einmal Furcula und Crista knöchern verschmolzen angetroffen, ein Fall, der bei älteren Thieren dieser Gattung nicht selten vorzukommen scheint. Besonders breit habe ich diesen Winkel und den darauf folgenden Theil des vorderen Cristalrandes bei Buceros abessinicus gefunden, ebenso bei Ciconia argula.

Bei allen Raptatores ist dieser oberste Theil des vorderen Randes breit, zu einer dreieckigen Platte umgewandelt; besonders breit habe ich ihn bei Aquila leucocephala und chrysaëtos

gesehen, auch bei Strix flammea. Bei allen kleineren Vögeln ist dieser Rand ziemlich scharf, oben und unten gleich breit; bei Schwimm- und Wadvögeln habe ich ebenfalls keine bedeutenden Differenzen in der Breitenausdehnung dieses Randes an seinem oberen und unteren Theil bemerkt.

Die beiden Seitenflächen der Crista sind plan, ohne besondere Eigenthümlichkeiten; nur eine Leiste, die ziemlich parallel mit dem oberen Rand verläuft, möchte ich hier erwähnen; sie ist eine Urpsrungsleiste für den Musculus pectoralis major. Die Höhe dieser Seitenflächen fällt natürlich mit der Höhe der ganzen Crista zusammen. Eine sehr hohe Crista zeigen die Papageien, ferner Caprimulgidae, Cypselidae, Raptatores — besonders Haliaëtos — Ciconia, Ardea, Grus, Scolopacidae, Vanellus, Totanus, Laridae; auch die Hühnerartigen haben eine hohe Crista. Niedrig habe ich dieselbe bei den Vultures gefunden, bei den Strigidae. — Die Abgrenzung der Crista gegen den Körper des Sternum ist bald mehr, bald weniger ausgesprochen; bei den Falken und Adlern, überhaupt allen Raubvögeln geht die Crista ganz allmählich in den Brustbeinkörper über, während bei den Schwimmvögeln die Crista sich senkrecht aus der Vorderfläche des Sternum erhebt und mit dieser so einen scharfen einspringenden Winkel bildet. Auch bei den Oscines finden wir dies Verhalten, ebenso bei den Clamatores. Bei Cuculus und Picus beobachten wir einen allmählichen Uebergang, wie bei den Raptatores. Scharf abgegrenzt aber ist die Crista wieder bei den Hühnern und den meisten Grallatores; Ardea macht eine Ausnahme davon.

Während die Crista bei fast allen Vögeln vollkommen solide ist, zeigt Collocalia in der Basis dasselbe, circa in deren Mitte, eine nicht unbeträchtliche, durch eine Membran geschlossene Fontanelle. Hin und wieder habe ich bei einzelnen Vögeln in der Crista Löcher gefunden, doch haben dieselben durchaus keinen Anspruch auf ein constantes Auftreten.

Interessant ist die Beobachtung, dass bei Cygnus musicus die Crista viel grösser und höher entwickelt ist, als bei unserem Cygnus olor, der fast gar nicht fliegt.

Das gänzliche Fehlen der Crista bei den Cursores wurde

schon vorhin erwähnt; das Sternum ist ziemlich concav und so tritt natürlich der mittlere Theil der vorderen Fläche ziemlich stark hervor.

Ueber die Entwickelungsgeschichte des Sternum habe ich bloss sehr geringe eigene Untersuchungen anstellen können, welche mir nur die vortreffliche Untersuchung von Cuvier[1]) über diesen Gegenstand bestätigt haben.

---

[1]) Cuvier. Extrait d'un mémoire sur le progrès de l'Ossification dans le Sternum des oiseaux. Annales des sciences nat. par Audubon etc. 1832. Tom. 25. pag. 260.

Ueber das Quercommissurensystem des Grosshirns bei den Beutelthieren.

Von

Dr. Julius Sander,
Assistenzarzt der Nervenklinik in der Königl. Charité.

(Hierzu Tafel XVIII. A.)

Gegen die Angaben Owen's (Philosophical Transactions, 1837 und in mehreren späteren Arbeiten; cf. Flower), dass die Gehirne der Marsupialia und Monotremata gar keinen Balken, oder höchstens ein Balkenrudiment besässen, welches letztere er noch dazu als Psalterium zum Fornix ziehen möchte, ist schon W. H. Flower[1]) aufgetreten. Seine Untersuchungen finden sich resumirt in folgenden Sätzen: The differences are manifold, but all have a certain relation to, and even a partial dependence on each other. They may be enumerated under the following heads:

1. The peculiar arrangement of the folding of the inner wall of the cerebral hemisph. A deep fissure with corresponding projection within, is continued forwards from the hippocampal fissure, almost the whole length of the inner wall.

[1]) On the commissures of the cerebral hemispheres of the Marsup. and Monotr. as compared with those of the Placental mammals. — Proceedings of the royal society of London; XIV, 1865 p. 71—74.

2. The altered relation (consequent upon this disposition of the inner wall) and the very small development of the upper transverse commissural fibres (corp. callosum). 3. The immense increase in amount and probably in function of the inferior set of transverse commissural fibres (anterior commissure). —

Bei der grossen Bedeutung, die der Name Owen's mit Recht in der vergleichenden Anatomie beansprucht und der weiten Verbreitung, die von ihm begangene Irrthümer gefunden haben, dürfte es gleichwohl nicht überflüssig erscheinen, wenn auch ich noch auf die Frage eingehe, da mir die Gefälligkeit meines verehrten Freundes, des Herrn Dr. Hilgendorf, z. Z. Director des zoologischen Gartens in Hamburg, die Gelegenheit verschafft hat, das Gehirn von Macropus giganteus Zimmermann. zu untersuchen; ebenso bin ich Herrn Dr. Hensel verpflichtet für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir zwei Köpfe von Didelphis Azarae Temminck. überliess, in denen die Gehirne noch leidlich gut erhalten waren. Da mein Material solcher Gestalt nur ein geringes war, konnte ich natürlich nicht daran denken, alle etwa noch schwebenden Fragen betreffs des Beutelthiergehirns lösen zu wollen, und ich beschränke mich daher auf eine Untersuchung des Quercommissurensystems des Grosshirns. —

In einer Arbeit „über Balkenmangel im menschlichen Gehirn“ (Griesinger's Archiv I, 1. p. 132) habe ich bereits darauf aufmerksam gemacht, dass man gut thue, das ganze Quercommissurensystem des Grosshirns, das an der Lamina terminalis beginnt und mit dem Splenium des Balkens abschliesst, als ein Ganzes aufzufassen, also Alles das, was im menschlichen Gehirn bezeichnet wird, als: lamina terminalis (gleichzeitig vorderes Schlussstück des 1. Hirnbläschens) comm. anterior, c. der Stiele des septum pellucidum und der Säulchen des Fornix, Lamina genu, l. rostri und corpus callosum.[1]) Eine Commissur der Körper des Fornix existirt als Quercommissur nicht;

[1]) cf. Reichert, der Bau des menschlichen Gehirns II: p. 73 ff. Daselbst ist die embryologische Begründung für meine Behauptung zu finden.

fehlt der Balken, wie dies im menschlichen Gehirn zuweilen beobachtet wurde, ganz, so giebt es zwar einen Fornix, aber seine beiden Hälften stehen von einander entfernt und wenn man in die scissura pallii hineinsieht, so blickt man direct auf die tela choreoidea superior (l. c.). Sind also Querfasern oberhalb der Decke des 3. Ventrikels vorhanden, so gehören sie dem Quercommissurensystem in dem eben erörterten Sinne an, unter keinen Umständen dem Fornix, dessen Entstehung und Bedeutung Reichert l. c. p. 20 auseinander gesetzt hat. Zwischen jenen Querfasern und der Decke des 3. Ventrikels wird man auf die Längsfasern des Fornix stossen, der überall da vorhanden sein muss, wo die Grosshirnblasen überhaupt nach oben das Stammbläschen umwachsen. Da dies bei allen Säugethieren der Fall ist, so haben alle diese einen Fornix und alle haben auch Quercommissuren, die von der Lamina terminalis beginnend in den verschiedenen Species verschieden weit nach hinten reichen und zwar im Allgemeinen um so weiter, je höher die Art im System steht. Mit Ausnahme des Stammlappens, der in seinen grossen Kernen das motorische Centrum enthält (wie pathologische Beobachtungen am Menschen leicht zeigen; vielleicht auch das sensible), dient das Grosshirn offenbar dem, was man kurz als psychische Functionen bezeichnen kann und wird natürlich Hand in Hand mit diesen an Grösse zunehmen müssen. Die Balkenfasern sind recht eigentlich Grosshirnfasern und bilden den grössten Theil des Centrum semiovale; je höher das Grosshirn entwickelt, desto mehr überwiegen sie über die Fasern der Stammstrahlung und umgekehrt, ebenso wie der Stammlappen (den ich natürlich immer im Sinne Reichert's auffasse) an relativer Grösse mit der höheren Entwickelung des Grosshirns abnimmt. Die C. cerebri anterior, die den Schläfenlappen der einen Seite mit dem Riechkolben der anderen in Verbindung setzt (cf. hierüber meine Arbeit in diesem Archiv 1866, H. 6: über Faserverlauf und Bedeutung der c. a.), macht davon insofern eine Ausnahme, als sie besonders differenzirt ist zu einer sensoriellen Commissur in der Art des Chiasma n. opt. Es ist damit jedoch durchaus nicht gesagt, dass sie nicht auch andere Fasern enthalten könnte,

und ich werde gleich zu zeigen haben, dass dem zuweilen wirklich so ist. Das Zeichen höherer Entwicklung ist stets weiter gehende Sonderung functionell verschiedener Theile, und so kann auf niederer Stufe noch Manches zu einem Ganzen vereinigt sein, was auf höherer Stufe in eine Reihe einzelner Theile zerfällt. —

Ich habe diese Betrachtungen vorausgeschickt, um den Standpunkt zu kennzeichnen, den ich bei der Untersuchung des Gehirns im Allgemeinen fest gehalten sehen möchte; es ist die hauptsächlich durch Reichert begründete Methode, der beschreibenden Anatomie des Gehirns die Entwicklungsgeschichte zu Grunde zu legen. Der Fornix ist so sehr verschieden vom Balken, nicht nur weil ersterer Längs- letzterer Querfasern führt, sondern weil ersterer aus „der sichelförmigen Platte" hervorgeht, die stets vorhanden sein muss, während der Balken erst viel später sich bildet, seinen Ursprung von der Lamina terminalis nehmend. - -

Fig. 1 stellt die rechte Hälfte des Gehirnes von Macropus giganteus Zimmermann. auf einem der Mittellinie sehr nahen Längsschnitte in natürlicher Grösse dar; der grösste Theil des Riechkolbens fehlte leider schon, als mir das Gehirn zur Untersuchung übergeben wurde. Man sieht in den geöffneten dritten Ventrikel hinein, dessen Decke in der Zeichnung nicht ordentlich sichtbar ist. Ohne weiteres verständlich ist hier der Zug des Quercommissurensystems, das bei ch. o., dem Chiasma n. opt. beginnt und längs der Lamina terminalis (L. t.), an der die colossal grosse C. anterior (c. a.) gelegen ist, in den Balken (c. call.) übergeht, dem sich der Fornix (forn.) wie bei den placentalen Thieren von unten her anlegt. cr. f. stellt wahrscheinlich den aufsteigenden Schenkel des Fornix dar. Dass C. call. wirklich Balken, forn. wirklich Fornix ist, ist leicht aus dem in Fig. 2 abgebildeten Querschnitt ersichtlich; man sieht den quer durchschnittenen Fornix und die längs getroffenen Fasern des Balkens, die in ihrer lateralen Ausbreitung, wie stets, die Decke des Seitenventrikels bilden. Das ganze Quercommissurensystem ist freilich sehr wenig ausgebildet, so dass der hinterste Punkt desselben noch nicht einmal das Pulvinar

des Sehhügels erreicht und der dritte Ventrikel in seinem hintersten Theil nur von der tela choreoidea superior gedeckt wird. Aus Fig. 2 kann man noch sehen, wie gross der Stammlappen ist im Verhältniss zu den Gewölbstheilen des Grosshirns; der Schnitt ist so weit nach vorn geführt, dass die C. anterior eben noch an ihrer hintersten Peripherie getroffen worden ist; auf dem Durchschnitt ist daher der Thalamus opticus nicht mehr sichtbar; der nucleus intra-ventricularis (n. i. v.) und der Linsenkern (n. lent.) werden von sehr mächtigen Fasermassen, die sicher grösstentheils zur Stammstrahlung gehören, umgeben; die corona radiata wäre bei cor. rad. zu suchen. Einer besonderen Erläuterung bedarf noch die c. anterior. In Fig. 2 sieht man ein Bündel derselben (x) zwischen Linsenkern und intraventriculaerem Kern hindurchziehen. Fig. 3 ist so gewonnen, dass ein Flächenschnitt von vorn nach hinten horizontal so durch das in Fig. 2 abgebildete Hirnstück gelegt wurde, dass auf das untere, abgebildete Stück etwa $^1/_3$ der C. anterior kam; die vordere Spitze des Gehirns liegt bei A. Die Fasern der vorderen Commissur wurden dann noch möglichst sorgfältig präparirt. Die Fasern breiten sich im ganzen Bereich des Stirnlappens, fächerförmig auseinander fahrend, aus; ein besonderes Bündel (y) zieht deutlich getrennt in den Riechkolben. —

Hiermit vergleiche man nun Fig. 4, einen Längsschnitt durch das Gehirn von Didelphis Azarae Temminck., der fast genau die Mittellinie getroffen hat. Man wird auch hier mühelos den Zug des Quercommissurensystems vom Chiasma nerv. opt. bis zur Balkenwulst verfolgen können. Der Balken ist hier nicht kürzer, als beim Känguruh; er erreicht nahezu das Pulvinar des Sehhügels. Auch hier ist die C. anterior verhältnissmässig gross. Das Gehirn war zu bröcklich, als dass eine genaue Präparation möglich gewesen wäre; so viel ist sicher, dass auch hier ein Bündel der C. anterior in den sehr grossen Riechkolben zieht; über die sonstige Verbreitung ihrer Fasern kann ich keine genauern Angaben machen. Hinter der vorderen Commissur zieht auch hier ein Faserbündel in die Höhe, wahrscheinlich der aufsteigende Schenkel des Fornix.

Das Gehirn ist so gut wie windungslos und das Grosshirn sowohl im Verhältniss zur Grösse des Thieres, als auch gegen die Theile des Hirnstammes sehr klein; damit stimmt sehr gut die Angabe des Herrn Dr. Hensel, dass Didelphis Azarae ein sehr dummes Thier sei.

Ein Septum pellucidum ist weder bei Macropus, noch bei Didelphis ausgeprägt vorhanden; dies ist jedoch ganz unwesentlich. Da das S. pell. nichts ist, als ein zwischen Fornix und Balken abgekammertes Stück der medialen Mantelfläche, so wird es, wenn beide sehr nahe aneinander rücken, natürlich auf ein Minimum reducirt werden müssen. So haben wir es hier angedeutet in der namentlich in Fig. 1 sichtbaren Rinne bei a. Ebenso gut wie sich der sog. Körper des Fornix dem Balken von unten her anlegt, wird sich auch der vordere Theil der Lamina genu und dem Balkenknie anlegen müssen, wenn die Höhe des vorderen Theils des Seitenventrikels eine sehr geringe ist, wenn Boden und Decke sich nahezu berühren. Dass dem hier so ist, cf. Fig. 2.

Das Quercommissurensystem der untersuchten beiden Beutelthiere unterscheidet sich von dem der höher stehenden Säugethiere also nur durch geringere Grösse. Da diese zwei Thiere ziemlich fern im System von einander stehen, so ist es wohl nicht zu kühn, wenn ich namentlich auch auf die Angaben Flower's gestützt, annehme, dass kein Grund vorliegt, von einem Fehlen des Balkens bei den Marsupialia zu sprechen. Was das Verhalten der Commissura anterior angeht, so führt dieselbe hier entschieden Fasern, die sich bei den placentalen Thieren nicht in ihr finden. Bei den letzteren ist es bekannt, dass ein grosser Theil der Markmasse des Stirnlappens der Balkenstrahlung angehört und vom Balkenknie aus über das Vorderhorn hinweg zieht. Ich habe für Macropus gezeigt, dass ein Theil der Fasern der C. anterior hier dieselbe Stelle einnimmt; in dieser Einrichtung liegt nichts Wunderbares und ich kann auf die diesem kleinen Aufsatz vorangeschickten Betrachtungen verweisen. Bei Didelphis verhält sich die Sache wahrscheinlich ebenso. —

Mein Material hat nicht mehr hingereicht, um Genaueres

über die Längsfasern der Zwinge zu ermitteln, die bei den placentalen Thieren gleichfalls bis über das Balkenknie fortreichen; ich muss mich daher für jetzt damit begnügen, bestätigt zu haben, dass die Beutelthiere in der Organisation des Gehirns, wenigstens was das Quercommissurensystem des Grosshirns anlangt, keine Ausnahme machen von dem allgemeinen Schema des Säugethiergehirnes.

Berlin, im September 1868.

Figurenerklärung.

Sämmtliche Figuren verdanke ich meinem Freunde, Herrn Dr. W. Doenitz.

Die Herstellung der Präparate ist im Text angegeben; ich lasse daher nur noch die Erläuterung der Buchstaben folgen.

Fig. 1. natürliche Grösse. Macropus.

A. vordere Spitze des Gehirns.
ch. o. chiasma n. opt.
l. t. lamina terminalis.
c. a. commissura anterior.
c. call. corpus callosum.
lob. olf. lobus olfactorius.
cr. f. Säulchen des Fornix.
forn. Fornix.
a. Spalte zwischen Fornix und Balken; Analogon des Septum pellucidum.
th. o. thalamus opticus.
gl. p. Zirbeldrüse.
corp. quadr. corpora quadrigemina.
cb. cerebellum.
p. pons Varolii.

Fig. 2. natürliche Grösse. Macropus.

A. vordere Spitze des Gehirns.
forn. Fornix, quer durchschnitten.
c. call. corpus callosum, längs durchschnitten.
ventr. lat. Seitenventrikel.
cor. rad. corona radiata.
n. i. v. nucleus intra-ventricularis.
n. lent. nucleus lentiformis.
c. a. commissura anterior.
x. Bündel derselben, das zwischen den beiden grossen Kernen hindurchzieht.

Fig. 3. ungefähr $2^1/_2$mal vergrössert. Macropus.

A. wie stets.

lob. olf. Riechkolben.

n. lent. nucleus lentiformis.

c. a. comm. anterior.

x. Ausbreitung derselben im Stirnlappen.

y. Bündel der c. anterior, welches in don Riechkolben zieht.

Fig. 4. ungefähr $2^1/_2$mal vergrössert. Didelphis.

lob. olf. lobus olfactorius.

ch. o. chiasma n. o.

l. t. lamina terminalis.

c. a. commissure anterior.

c. call. corpus callosum

forn. Fornix, völlig angelegt an den Balken.

cr. f. crus ant. fornicis.

th. o. thalamus opticus.

corp. quadr. corpora quadrigemina.

aq. S. aquaeductus Sylvii; der ursprüngliche Hohlraum ist hier nicht wie bei den höheren Säugethieren zu einem engeu Canal verengt, sondern ventrikelartig geblieben, wie es bei den Fischen sich findet.

p. pons Varolii.

cb. cerebellum.

Quantitative Bestimmung des oxalsauren Kalkes im Harn.

Von

Dr. O. Schultzen.

Trotz der grossen Verbreitung der Oxalsäure in Nährpflanzen, trotz der unendlich vielen Quellen, welche sich im Organismus für die Bildung dieser Substanz finden, so namentlich der Zucker, die Fette, Harnsäure, Gallensäuren, — erscheint dieselbe doch nur selten in einigermassen erheblichen Quantitäten im Organismus und dessen Secreten. Die Ursache davon ist jedenfalls die geringe Widerstandsfähigkeit der Oxalsäure gegen eine gewisse Kategorie von oxydirenden Mitteln, wie „Uebermangansäure, Braunstein und Schwefelsäure, Ozon," welche alle in der Art ihrer Wirksamkeit eine gewisse Aehnlichkeit mit den Vorgängen im lebenden Organismus haben. Kleine Mengen passiren jedoch stets den Körper und lassen sich mit Sicherheit und unter normalen Verhältnissen, in sehr constanter Quantität nachweisen.

Das Verfahren von Lehmann, welcher den Harn verdunstete, den Rückstand mit Weingeist aufnahm und dieses Extract zur Fällung des oxalsauren Kalks mit etwas Aether versetzte, hat mir nie ein positives Resultat ergeben; auch beim Ausfrieren des Harns fanden sich die Octaeder des Kalkoxalats nur ausnahmsweise.

Die nachfolgende Methode giebt bei einiger Sorgfalt sehr gute Resultate.

Man macht den frisch entleerten Harn mit etwas Ammoniak schwach alkalisch, fügt etwas mehr Chlorcalcium hinzu, als zur vollständigen Fällung der Phosphorsäure erforderlich ist, und verdunstet ohne vorher zu filtriren im Wasserbade bis auf ein kleines Volum. Nach Zusatz von starkem Weingeist und zwölfstündigem Stehen wird filtrirt und so lange mit Weingeist gewaschen, bis das Filtrat farblos und frei von gelösten Substanzen abläuft. Durch Waschen mit Aether entfernt man eine Spur Fett und den Alkohol im Rückstande, worauf

derselbe durch gelindes Erwärmen leicht als gelbliches, trocknes Pulver erhalten wird, welches fast nur aus schwefelsauren und harnsauren Alkalien, phosphorsaurem und oxalsaurem Kalk besteht. Wasser nimmt daraus die schwefelsauren Alkalien, verdünnte Essigsäure den phosphorsauren Kalk auf; dem Rückstand entzieht man den oxalsauren Kalk durch Salzsäure und fällt denselben aus dieser Lösung durch Ammoniak und Essigsäure in Ueberschuss; auf diese Weise erhält man entweder Octaeder, oder vierseitige Säulen mit an beiden Seiten aufgesetzter vierseitiger Pyramide.

Durch das zum Harn gesetzte Chlorcalcium wird alles phosphorsaure Natron, welches den im Harn enthaltenen oxalsauren Kalk in Lösung hält, zersetzt und durch den Alkoholzusatz werden auch die letzten Spuren dieses Salzes gefällt. Dampft man Harn ohne vorherigen Zusatz von Chlorcalcium ein und zieht mit Alkohol aus, so enthält dieses Extract stets kleine Mengen von Oxalsäure, wahrscheinlich als Natronsalz, da, wie mich Versuche gelehrt haben, phosphorsaures Natron mit oxalsaurem Kalk, sich theilweise zu Kalkphosphat und Natronoxalat umsetzen.

Eine Reihe von Wägungen ergaben für den normalen Menschenharn = 0,1 grms. auf 24 Stunden = 0,07 grms. Oxalsäure.

Bei der Untersuchung pathologischer Harne ergab sich nur für einige Fälle von Icterus catarrhalis eine erhebliche Zunahme dieses Körpers bis 0,5 grms. in 24 Stunden.

Bei Pneumonie, Emphysem, Pleuritis, Herzfehlern, bei welchen Affectionen häufig krystallinische Ausscheidungen von oxalsaurem Kalk beobachtet werden, konnte eine wirkliche Vermehrung dieses Körpers nicht constatirt werden. Es dürfte dieses eine weitere Bestätigung für die von Voit[1]) gegebene Erklärung der Harnsäure-Sedimente sein, da auch das Kalkoxalat nur durch Vermittelung des sauren phosphorsauren Natrons in Lösung erhalten und durch Zersetzung dieses Salzes präcipitirt wird.

[1]) Bay. Akad. Sitz.-Ber. 1867. II. S. 279—283.

Die physiologische Wirkung des Ammonium bromatum auf den thierischen Organismus.

Von

Dr. Nicolaus Bistroff
aus St. Petersburg.

Es sind vorzüglich die Engländer, die über die therapeutische Anwendung des Ammonium bromatum gearbeitet haben und dasselbe als nützlich in verschiedenen Nervenleiden preisen. (Gibb, Ritchie, Harley, Belgrave). Wir benutzten dasselbe auch vielfach in der Kinderklinik in Petersburg und besonders beim Keuchhusten, aber wenn wir auch einigermaassen die Krankheits-Anfälle abnehmen sahen, so trat diese Abnahme doch lange nicht in dem Grade ein, wie sie Gibb beobachtet haben will, und wonach er das Präparat als Radicalmittel gegen den Keuchhusten empfehlen zu können glaubt. Die Meinungen über die Art der Wirkung dieses Mittels sind getheilt. Belgrave[1]) will demselben die Wirkung des Kalium bromatum zuschreiben, nur in etwas geringerem Grade; Gibb[2]) vindicirt für dasselbe eine besondere Einwirkung auf die Empfindungsnerven des Schlundes; Binz,[3]) der es in einer Keuchhusten-

---

[1]) Canstatt's Jahresbericht 1865. Leistungen in der Pharmakodynamik und Toxikologie, S. 97.

[2]) Gibb, British Med. Journal 1862.

[3]) Binz, Centralblatt für die med. Wissenschaften 1867, No 26.

Epidemie viel benutzte, behauptet, dass dasselbe gar keine Vorzüge vor dem Salmiak haben soll. Wir sahen uns daher veranlasst, um die Wirkung dieses Mittels genauer zu ermitteln, eine Reihe von Untersuchungen an verschiedenen Thieren anzustellen, und wir wollen hier kurz die Resnltate dieser Untersuchungen mittheilen.

A. Versuche an Fröschen.

2 Decigramme des Ammonium bromatum werden in Lösung unter die Haut eines Frosches injicirt. In der ersten Minute stellen sich alle Zeichen einer übermässigen Reizung ein. Der Frosch springt plötzlich und weit, dann tritt einige Ruhe ein, die Bewegungen werden schwächer, langsamer, das Thier bleibt endlich unbeweglich. Die Athmung ist beschleunigt, die Reizbarkeit und Erregbarkeit bedeutend gesunken. Nach 15 — 20 Minuten treten heftige allgemeine klonische Krämpfe ein, welche bald in Tetanus übergehen. Später verschwindet alle Reizbarkeit des Thieres. Man kann dasselbe kneipen, brennen, schneiden, stechen, ohne den mindesten Reflex hervorzurufen; die Athmung wird immer seltener, die Krämpfe heftiger, das Thier verändert nicht mehr die ihm beliebig gegebene anomale Lage, die Augen sind nicht mehr reizbar und der Frosch stirbt dann eine halbe Stunde und noch früher nach der Einspritzung. Das Herz schlägt etwas beschleunigt, aber immer gleichmässig noch lange Zeit später (gegen 2 Stunden). Nach Einspritzung einiger Tropfen einer 20procentigen Lösung von Ammonium bromatum in das entblösste Herz eines Frosches, sahen wir nur einen Augenblick die Kammer still stehen, die Vorkammern aber fuhren fort, sich zusammen zu ziehen, und nach einer Minute sahen wir wieder das ganze Herz in seiner normalen Thätigkeit ganze Stunden lang fortfahren. Das lebendig ausgeschnittene Herz eines Frosches in eine 10procentige Auflösung von Ammonium bromatum gelegt, büsst seine normale Thätigkeit gar nicht ein. Nach Unterbindung der Arterien an einer Extremität vor der Einspritzung, sahen wir immer die Reizbarkeit in dieser Extremität nach geschehener Einspritzung ebenso wie die Reflexerregbarkeit sinken, wiewohl in etwas geringerem Grade, als in der nicht unterbundenen Extremität.

Die elektrische Reizbarkeit der Muskeln zeigte in beiden Extremitäten keinen Unterschied, Der beim lebendigen Frosche ausgeschnittene Muskel (M. sartorius), 5 Minuten in eine 10procentige Lösung des Ammonium bromatum gelegt, behält seine normale Reizbarkeit für Elektricität. Nach Einspritzungen kleinerer Mengen dieses Mittels (gegen 1 Decigramm) tritt ebenso eine Abnahme der Bewegungen, der Reflexthätigkeit und Reizbarkeit ein, aber in viel geringerem Grade, und manchmal sahen wir die Frösche sich wieder erholen und die normale Reizbarkeit zurückkehren. Das Wasser, in dem die Frösche sich befanden, chemisch untersucht, zeigte die Gegenwart von Brom an. Hält man die eine Extremität eines gesunden Frosches gegen 5 Minuten lang in einer 20procentigen Lösung des Ammonium bromatum versenkt, so lässt sich keine Verminderung der Reizbarkeit an dieser Extremität beobachten. Dieselben Erscheinungen sahen wir auch nach Einführung des Ammonium bromatum in den Magen des Frosches in der Menge von 1—2 Decigrammen, nur stellen sich alle Erscheinungen etwas später ein. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes und der Muskeln der vergifteten Frösche zeigt keine Veränderung. Bei innerlichem Gebrauch dieses Mittels zeigt die Magenschleimhaut stellenweise starke Hyperämie und hämorrhagische Ekchymosen. Zur parallelen Ermittelung der Wirkung des Ammonium bromatum und Ammonium chloratum stellten wir Versuche an zwei Fröschen an, indem wir einem jeden unter die Haut bis 2 Decigramme der entsprechenden Stoffe in 20procentiger Lösung injicirten. Die Erscheinungen des Ammonium chloratum waren genau dieselben, wie nach Ammonium bromatum, es waren nämlich die Gehirn-Centren besonders afficirt, es stellten sich starke allgemeine klonische Krämpfe ein, die bald in tonische übergingen, bedeutende Verminderung der Reflexthätigkeit und der Reizbarkeit, völlige Lähmung mit bald folgendem Tode. Dem Herzen gegenüber verhält sich das Ammonium chloratum genau so, wie das Ammonium bromatum, und die parallelen eben beschriebenen angestellten Versuche mit einer 20procentigen Lösung des Ammonium chloratum zeigten, dass diese

beiden Mittel durchaus nicht zu den Herzgiften zu zählen sind. Im Ganzen zeigten alle parallelen Versuche mit diesen beiden genannten Mitteln die völlige Identität ihrer Wirkung. Der einzige Unterschied wäre denn in der Schnelligkeit, mit der die Wirkung bei diesen beiden Mitteln sich einstellt, indem das Ammonium chloratum manchmal seine Wirkung erst später zum Vorschein kommen liess.

B. Versuche an Kaninchen.

Einem mittelgrossen Kaninchen werden mittels eines elastischen Katheters in den Magen 3 Gramm Ammonium bromatum in Lösung eingeführt. Nach 20 Minuten zeigen sich die Bewegungen des Thieres geschwächt, der Kopf ist seitwärts geneigt, das Thier vermag nicht den Kopf in der natürlichen Lage zu erhalten; die Pupille reagirt auf Licht, das Auge zeigt sich aber weniger empfindlich gegen Berührung; die Reizbarkeit und Reflexthätigkeit sind gesunken, Kneipen, Stechen bleiben ohne Reaction; die Herzschläge sind beschleunigt, das Athmen ist anfangs beschleunigt, wird aber später immer verlangsamt und tiefer; nach einer halben Stunde treten kloniche Krämpfe im Gesicht, den vorderen und hinteren Extremitäten ein, welche allmählich sich verstärken und von Ruhepausen unterbrochen einen tonischen Charakter gewinnen, der Kopf wird nach hinten geworfen, die Zähne knirschen, man hat die Erscheinungen des Opisthotonus, vor sich, die Augen treten stark hervor, das Thier wird cyanotisch, die Temperatur sinkt, und endlich tritt der Tod unter Erstickungs-Erscheinungen ein. Wird dann die Tracheotomie gemacht und künstliche Athmung eingeleitet, so lässt sich das Leben eine Stunde und noch mehr erhalten. Bei Eröffnung des Thieres erscheint das Blut stark dunkel, das Herz vom Blut ausgedehnt, die Hirnhäute hyperämisch, ebenso die Lungen und die Trachea, welche letztere von einem schaumigen Schleim erfüllt ist. Die Schleimhaut des Magens zeigt an vielen Stellen Ekchymosen und hämorrhagische Infiltrationen. Die Harnblase war bald leer, bald mit Brom enthaltendem Urin gefüllt.

Grössere Kaninchen bedürfen einer grösseren Dosis; im Allgemeinen sind 5 Gramm hinreichend, um ein starkes grosses

Kaninchen tödtlich zu vergiften. Um die Wirkung mittlerer und kleinerer Dosen zu ermitteln, brauchten wir solche von beziehlich 1—2 Gramm und von 1—5 Decigramm. Wir beobachteten hierbei, dass mittlere Dosen, weit entfernt das Thier zu tödten, auch keine Krämpfe hervorrufen, bloss Schwäche und schwankende Bewegung zum Vorschein bringen. Bei lange fortgesetztem Gebrauch dieses Mittels (bis 2 Wochen) zeigen sich die Thiere bedeutend abgemagert und nehmen an Gewicht ab. Zwei Kaninchen starben in Folge davon, und bei der Section fanden sich bei dem einen derselben Tuberkeln in den Lungen und in der Leber; natürlich ist damit nicht gesagt, dass diese Tuberkeln im causalen Zusammenhang mit dem Gebrauch unseres Mittels ständen. Die meisten Thiere erholten sich nach kleineren Dosen desselben und kehrten allmählich zum völlig normalen Zustande wieder. Subcutan injicirt verursacht dies Mittel heftigen Schmerz, indem die Thiere stark aufschreien und sehr unruhig sich bewegen. An der Umgebung der Stichstelle zeigt sich bald starke Schwellung, die später auch in Eiterung übergeht, wobei sich in der Folge auch Narbengewebe bildet.

Es wurde auch eine Reihe von Vergleichsversuchen an möglichst gleich grossen Kaninchen mit Ammonium bromatum und Ammonium chloratum angestellt, wobei jedesmal in beiden zu Vergleichsversuchen dienenden Thieren je 3 Gramm der genannten Mittel in den Magen eingeführt wurden. Die Vergiftungs - Erscheinungen zeigten sich jedesmal nach Anwendung der genannten beiden Mittel genau dieselben, auch in der Intensität der Wirkung, es traten genau die nämlichen Krämpfe und im Allgemeinen dasselbe Bild der centralen Gehirnlähmung ein.

C. Versuche an Katzen.

Wir bezweckten mit diesen Versuchen den Einfluss des Ammonium bromatum auf die Reizbarkeit des Laryngeus superior zu ermitteln, da im Allgemeinen von allen Seiten ausgesprochen war, dass das genannte Mittel einen specifischen Einfluss auf

die Herabsetzung der Reizbarkeit der Schleimhaut des Schlundes habe (Gibb). Am Halse eines jungen Katers wurde der Kehlkopf blossgelegt, die Membrana hyothyreoidea durchschnitten, die Epiglottis durch einen Faden hervorgezogen und die Reizbarkeit der Schleimhaut untersucht, indem wir jedesmal gewisse Stellen[1]) der Schleimhaut mit einer Federfahne berührten. Diese Berührungen wurden jedesmal von sehr heftigen Husten-Anfällen begleitet. Nachdem wir so eine sichere Vorstellung von den Graden der normalen Reizbarkeit der Schleimhaut gewonnen haben, führten wir dann 1 Gramm Ammonium bromatum in den Magen ein, worauf wir sodann nach Verlauf von drei Stunden auf genannte Weise die Reizbarkeit der Schleimhaut wieder prüften. Es stellte sich dann heraus, dass diese Reizbarkeit durch Einwirkung des genannten Mittels nicht im Mindesten gelitten hatte, indem leichte Berührung an bestimmtən Stellen von den ganz gewönlich auftretenden heftigen krampfhaften Hustenanfällen begleitet waren.

Wir versuchten dann acht Tage lang täglich kleine Dosen zu je $^1/_2$ Gramm zu verabreichen. Die am letzten Tage vorgenommene Untersuchung der Reizbarkeit der Schleimhaut zeigte gar keine Abweichung, keine Herabsetzung der Reizbarkeit. Endlich bei fortgesetzten Versuchen mit immer gesteigerten Dosen gelang es uns, eine Herabsetzung der Reizbarkeit der Schleimhaut zu beobachten, die aber nicht eher eintrat, als zugleich mit der sich einstellenden Herabsetzung der allgemeinen Reizbarkeit aller Nerven, worauf dann auch der Tod eintritt.

Aus diesen kurz mitgetheilten Versuchen glauben wir folgendes schliesslich ableiten zu können.

1. Das Ammonium bromatum ist wegen seiner Unwirksamkeit gegen das Herz nicht mit Kalium bromatum zu vergleichen, indem letzteres ähnlich anderen Kalisalzen ein stark wirkendes Herzgift darstellt, da es direct die Musculatur und die excitomotorischen Ganglien des Herzens lähmt. Nach den Untersuchungen von Eulenburg und Guttmann über die

---

[1]) Die Empfindlichkeit verschiedener Stellen der Kehlkopfschleimhaut bei Katzen ist besonders von Blumberg untersucht worden.

physiologische Wirkung des Bromkalium (Centralbl. für die medic. Wissenschaften, 1867. No. 22) genügt es, das ausgeschnittene Froschherz höchstens fünf Minuten lang in einer 2procentigen Lösung von Kalium bromatum liegen zu lassen, um einen länger dauernden Stillstand des Herzens zu bewirken, mit gleichzeitigem Verlust aller Reizbarkeit. Dasselbe beobachteten wir nach Einspritzung einiger Tropfen der genannten Lösung in das Innere des Froschherzens. Indessen bringt eine fünf Mal concentrirtere Lösung von Ammonium bromatum, bei längerem Aufenthalt eines ausgeschnittenen Froschherzens darin, keine dergleichen Erscheinungen hervor, die Herzthätigkeit dauert nach wie vor in ganz normaler Weise fort. Eine 20procentige Lösung des Ammonium bromatum in das blossgelegte Herz eines Frosches eingespritzt, lähmt die Bewegungen desselben während einer ganzen Stunde und noch mehr, nicht. In Bezug auf das Herz also sind das Ammonium bromatum und das Kalium bromatum ganz verschieden wirkende Stoffe.

2. Das Ammonium bromatum ist ein stark wirkendes Gift, das die Nervencentra, d. h. Gehirn und Rückenmark, stark lähmt. Diese Affection der Nervencentra äussert sich in der Störung der Bewegung, Verminderung der allgemeinen Reizbarkeit und der Reflexfähigkeit.

3. Die Athemveränderungen und die Beschleunigung der Herzthätigkeit möchten vielleicht durch eine Affection des verlängerten Markes zu erklären sein.

4. Von einer specifischen Wirkung des Ammonium bromatum auf die Reizbarkeit des Laryngeus superior kann nicht die Rede sein.

5. Das Ammonium bromatum wirkt ganz ähnlich dem Ammonium chloratum. Der hier und da bei unseren Versuchen zum Vorschein gekommene unbedeutende Unterschied bezog sich nur auf die Eintrittszeit der Wirkung, nicht aber auf die Wirkungsweise selbst.

6. Auf die Muskeln und peripherischen Nerven-Endigungen scheint das Ammonium bromatum keine Wirkung zu haben. Ein Muskelstück in einer 10procentigen Lösung dieses Mittels

einige Zeit aufbewahrt, zeigt gar keine Functions-Veränderungen.

Die beschriebenen Versuche wurden im physiologischen Laboratorium der Berliner Universität ausgeführt. Eine eingehendere Abhandlung dieses Gegenstandes hoffen wir später an einer anderen Stelle mitzutheilen.

Am Schlusse können wir nicht umhin, dem Prof. Rosenthal für seine Unterstützung bei diesen Versuchen den besten Dank zu sagen.

Ueber die Structur und das Wachsthum der Fischschuppen.

Von

Dr. R. Salbey.

(Hierzu Tafel XVIII.B.)

Zu den Schriftstellern, welche genauer auf den mikroskopischen Bau der Schuppen eingehen, gehört vor Allen Heusinger, der zuerst[1]) den Schuppen einen Platz in der Reihe der Gebilde, die der Haut angehören, zuertheilt. Er rechnet die Schuppen unter die Horngewebe, die der Haut angehören und von dieser, wie von einer Tasche, umgeben werden. Er theilt sie ein: 1. in kleine, in der Haut verborgene Schuppen, die bei der oberflächlichen Betrachtung des Fisches gar nicht wahrzunehmen sind; 2. in eigentliche Schuppen, ganz analog dem Schildpatt zusammengesetzt, nur mit dem Unterschiede, dass in ihnen noch eine Ablagerung von phosphorsaurem Kalk in die Lamellen vorhanden ist; 3. in Schuppen mit gezähntem freien Rande; 4. in Knochenschupgen und 5. in Knochenplatten.

Nach ihm folgt eine Arbeit Kunzmann's,[2]) der sich in grosser Weitschweifigkeit mit einer Eintheilung der Schuppen

[1]) C. F. Heusinger. System der Histologie Vol. I. pag. 226.

[2]) Kuntzmann. Verhandlungen der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin 1824. Theil I. p. 269.

nach Form, Consistenz, Zeichnung und Lage des Mittelpunktes abgiebt

Das Jahr 1840 bringt uns zu ungefähr gleicher Zeit sehr genaue Untersuchungen, von Mandl[1]) und Agassiz[2]) ausgeführt und veröffentlicht, welche in ihren Resultaten ziemlich weit von einander abweichen. An sie schliessen sich die Untersuchungen von Peters[3]) an.

Nach diesen 3 wichtigsten Schriften über die Histologie der Schupgen finden wir nur noch an einzelnen Punkten nebenbei von einigen Forschern Bemerkungen über diesen Gegenstand.

Bei der Untersuchung der Structur der Hartgebilde in der Haut eines Thieres ist es vor Allem nöthig, zunächst seine Aufmerksamkeit dem Bau der Haut im Allgemeinen zuzuwenden da diese Gebilde nur als veränderte Theile der Haut anzusehen sind und demgemäss in ihrem Bau mit Rücksicht auf die Structur derselben im Allgemeinen allein richtig beurtheilt werden können.

Der im Wasser lebende Fisch zeigt, aus diesem entfernt, frisch eine mehr oder weniger starke schleimartige Oberfläche. Man war in früherer Zeit der Ansicht, und auch Agassiz macht sie zu der seinigen, dass dieser Schleim aus besonderen Drüsen secernirt werde und dann erst auf die Oberfläche des Fisches trete.

Er sagt in seinen „Recherches sur les poiss. foss.“, dass die Oberfläche des Fisches mit einem Schleime bedeckt sei, und dass derselbe aus einem Schleimkanale secernirt werde, der in der ganzen Länge des Körpers verlaufe, sich in allen Gesichts- und Kopfknochen verästele und auf dem Leibe des Fisches seine Ausführungsgänge in einer Reihe von

[1]) Mandl. Annales des Sciences naturelles 1839. Tom. XI. pag. 347 und Tom XIII. pag 63.

[2]) L. Agassiz. Annales des Sciences naturelles 1840. Tom. XIV. p. 97. — Recherches sur les poiss. fossiles. Tom. I. p. 61. 1843.

[3]) Peters. J. Müller's Archiv für Anatomie u. Physiologie 1842. pag. CCIX.

Röhren habe, die quer durch die Schuppen der Linea lateralis gehen. Von dort verbreite sich der Schleim über den ganzen Körper, wie man es sehen könne, wenn man die Oberfläche des Fisches mit einem Stück Leinwand abtrockne, wo dann die ganze Oberfläche wieder schlüpfrig werde durch den Schleim, welcher aus der Oeffnung dieser Poren auf den übrigen Körper sich ergiesse.

Besondere Schleimdrüsen, welche Schleim auf die Oberfläche des Fisches secerniren, existiren nach Leydig nicht; die Kanäle der Linea lateralis sowohl, als die Oeffnungen an den Gesichts- und Kopfknochen der Fische sind nach den werthvollen Untersuchungen des genannten Verfassers nicht Ausführungsgänge von Schleimdrüsen, sondern der Sitz eines Sinnesorganes, das nach seinen Annahmen unter die Tastwerkzeuge zu rechnen sei.

Wir bedürfen aber auch gar nicht der Schleimdrüsen, um die schleimige Oberfläche des Fisches uns zu erklären. Dieser Schleim ist einfach die erweichte und zum Theil zu Grunde gegangene, obere Lage der Epidermis, die aus Pflasterzellen besteht. Die Haut der Fische besitzt also eine, der der übrigen Wirbelthiere ganz analoge Epidermis; der Unterschied liegt nur darin, dass nicht, wie bei den Landthieren, die obersten Lagen verhornen und so ein gut ausgebildetes Stratum corneum der Oberhaut bilden, sondern, wie es häufig bei dem geschichteten Pflasterepithel an Schleimhautoberflächen geschieht, nur in geringem Grade dem Verhornungsprocesse unterliegen, im Wasser selbst noch veränderliche sind, aufquellen und so eine andere Art des Unterganges haben, indem sie allmählich platzen und die schleimige Bekleidung der Oberfläche des Fisches herstellen. Aus diesem Grunde ist bei den Fischen auch keine scharf ausgeprägte, in zwei Schichten getheilte Epidermis zu finden, sondern nur eine, welche mehr der unteren Lage, dem Rete Malpighii, mit vollsaftigen, runden, kernhaltigen Zellen entspricht.

Dicht unter dem Rete Malpighii findet man eine Hautschicht, welche eine mehr oder weniger grosse Anzahl Pigmentzellen enthält, die bald höher, bald tiefer in derselben

liegen und auf der Oberfläche des Fisches schon mit blossem Auge als schwarze Punkte zu erkennen sind. Diese Zellen senden nach allen Richtungen eine Menge von in Windungen verschiedener Art verlaufenden Ausläufern aus, die sich ihrerseits wieder verästeln und oft bis in die Regionen der Ausläufer einer andern Pigmentzelle erstrecken können, so dass sie dann eine Verbindung dieser Ausläufer untereinander, die, wie die genauere Beobachtung zeigt, nicht existirt, vortäuschen. Die Zellen sind mit einem braunen, in den dickeren Lagen ganz schwarz erscheinenden Pigment erfüllt, und sind Kerne in ihnen nicht zu erkennen. Es ist diese Schicht als die oberflächlichste Lage der Cutis aufzufassen.

Die Cutis ist im Wesentlichen aus in zwei Richtungen fast unter rechtem Winkel sich kreuzenden Bindegewebsbündeln, die in regelmässigen Abständen Bindegewebskörperchen enthalten, zusammengesetzt. — Papillen besitzt die Lederhaut der Fische in vielen Fällen nicht, während bei einzelnen Gattungen die Haut ganz ausgezeichnete Bildungen dieser Art hat. So haben die meisten unserer Süsswasserfische am ganzen Kopfe, mit Ausnahme der Hautstellen, die als eingeklappte Hautfalten versteckt liegen, sowie auch über den übrigen Körper hin Papillen von cylindrischer, auch wohl kelchförmiger, seltener spitz zulaufender Form (Leydig).[1])

Für die folgende Beschreibung der übrigen Theile der Lederhaut legen wir die Untersuchungen von Agassiz und Peters zu Grunde. Den zunächst unter der Pigmentzellenschicht gelegenen Theil bildet nach Peters eine aus verschlungenen Bindegewebsfasern bestehende Schicht, welche Höhlungen zur Ablagerung von Fettkügelchen zwischen sich lässt. Der genannte Verfasser fand das Fett an der Oberfläche oft in sehr feinen Nadeln krystallisirt und glaubt, dass sich dasselbe zu den von Ehrenberg und schon früher von Réaumur entdeckten, silberglänzenden Stäbchen, die den Silberglanz der Fische hervorbringen, ausbilde.

---

[1]) F. Leydig. Lehrbuch der Histologie der Menschen und Thiere 1857. pag. 90. ff.

Unmittelbar auf der oberen Fläche der Schuppen zeigt sich noch eine äussert feine, von der obersten Schicht deutlich getrennte Membran, welche, indem sie die Schuppe innig überzieht, die Erhabenheiten und Vertiefungen, und überhaupt alle Modellirungen der oberen Schuppenfläche nachahmt. Diese Schicht schlägt sich auch auf die untere Fläche einer jeden Schuppe herum, und bildet bei manchen Fischen an dem hinteren Rande der Schuppen noch Anhänge, wie bei den Labroiden.

Man sieht schon hier, dass die Schuppen der Fische in einer dieselben von allen Seiten umgebenden Tasche der Cutis liegen, und dass sie demnach, ihrer Entstehung nach, allein der bezeichneten Membran angehören können.

Die nun folgende Schicht, die Agassiz die tendinöse nennt, besteht aus den oben erwähnten, in zwei Richtungen verlaufenden Bindegewebsbündeln und ist von allen Schichten die stärkste. Unter ihr liegt die fibröse Schicht (Agassiz), ein glattes, dünnes, festes Gewebe mit geraden, breiten, bandartigen, durchsichtigen Fasern. Auf ihr liegen in grosser Menge die stäbchenförmigen Gebilde Ehrenberg's. Diese fibröse Schicht hängt durch ein subcutanes, mehr weniger fettreiches Zellgewebe mit der darunter liegenden Muskulatur des Fisches zusammen.

Es wird in diesem Aufsatze nur von den eigentlichen Schuppen die Rede sein; es ist daher nöthig, an dieser Stelle erst eine Grenze für das Object der Betrachtung zu ziehen.

Man versteht unter eigentlichen Schuppen, wenn man der von Agassiz gegebenen Eintheilung folgt, welcher die Fische nach den Schuppen in 4 Klassen, in die der Placoiden, der Ganoiden, der Cycloiden und Ctenoiden eintheilt, nur die Schuppen der letzten beiden Klassen derselben. Sie unterscheiden sich wesentlich von den beiden erstgenannten Gruppen zunächst durch den Mangel an Knochenkörperchen und einer Schmelzschicht. Die Hautgebilde der Placoiden kann man überhaupt nicht unter die Schuppengebilde rechnen, es sind wirkliche Hautknochen, die weder durch Form, noch durch Consistenz und durch Structur an wirkliche Schuppen erinnern.

Die Bedeckungen der Ganoiden haben die Schuppenform beibehalten, zeichnen sich aber durch Knochenkörperchen und durch eine Schmelzschicht vor den eigentlichen Schuppen aus.

Zu diesen Verschiedenheiten der Schuppen selbst kommen noch eine Menge anderer Unterschiede, die den ganzen Organismus der Fische, welche sie tragen, betreffen, und zwischen beiden eine scharfe Grenze setzen, die in den verschiedensten Versuchen, eine durchgreifende Classification der Fische herzustellen, immer gleich deutlich sich markirt.

Die Placoiden und Ganoiden, die auch in viel geringerer Anzahl sich vorfinden, sind die Ueberreste zweier grosser Fischklassen, die ihre meisten Vertreter in ziemlich frühen Perioden der Geschichte unseres Erdballs finden und bis zur Grauwacke und noch weiter hinaufreichen, während die Cycloiden und Ctenoiden erst in der Kreideformation ihren Anfang nehmen.

So verschieden nun auch die Schuppen der Cycloiden und Ctenoiden untereinander zu sein scheinen, wenn man ihre Form und ihre Zeichnung betrachtet, so lässt sich doch die ganze Reihe dieser Gebilde in einen ziemlich engen Rahmen zusammenfassen, da ihre Structur im Wesentlichen dieselbe ist, und die bestehenden Unterschiede sich leicht bei der Behandlung des Themas nebenher beleuchten lassen.

Jede Schuppe, was sie immerhin für eine Form haben möge, besitzt schon bei der oberflächlichen Vergleichung eine Menge Eigenthümlichkeiten, die sich überall in mannigfachen Abwechselungen wiederholen.

Betrachtet man die Schuppen von der Fläche, so fallen zunächst zwei verschiedene Zeichnungen an ihnen auf. Die eine derselben besteht in meist circulären, um einen entweder im Centrum liegenden oder excentrisch gelegenen Punkt gehenden, bald die ganze Schuppe, bald nur den vorderen Theil derselben einnehmenden Linien oder Streifen.

Diese concentrischen Linien (Fig. 1. a.) sind an mehreren Stellen von radiär gestellten Streifen (Fig. 1. c.) durch brochen, welche ihre Richtung von dem Centrum nach dem äusseren Rande der Schuppe hin nehmen. Ausserdem bemerken

wir auf der Schuppe eine Menge kleinerer ovaler oder rundlicher und grösserer fast viereckiger, aber mit abgerundeten Kanten versehener Körperchen (Schuppenkörperchen), die keine weitere Structur zeigen. (Fig. 3.)

Bei den Ctenoiden treten zu diesen Merkmalen noch am hintereren Rande, der wie ein Kamm aussieht, in mehreren Reihen alternirend angeordnete Zähne, die, je weiter sie nach vorn auf der Schuppe stehen, unvollkommener werden und noch vor der Gegend des Mittelpunktes ganz aufhören. Fig. 1. d. u. e.)

Die concentrischen Streifen, welche in grosser Menge und ziemlich regelmässiger Entfernung neben einander herlaufen, lassen sich nicht immer durch die ganze Region der so gezeichneten Schuppe verfolgen. Oft hört ein Streifen auf, indem er mit einem kleinen, ein- oder auswärts gerichteten Bogen endigt. Manchmal ist zwischen den grösseren circulären Streifen ein kleinerer Streifen eingeschaltet, der nach kurzem Verlaufe wieder endet. Bei vielen Schuppen gehen diese concentrischen Zeichnungen um die ganze Schuppe herum, bei anderen sind sie nur auf dem vorderen Theile, der von der vorhergehenden Schuppe bedeckt wird, sichtbar, und der hintere Theil ist frei davon.

Bei mässigen Vergrösserungen erscheinen die concentrischen Streifen einfach und scharf, bei stärkeren wird ihre Form zusammengesetzter; der Streifen erscheint jetzt gezähnelt, und wenn man mit dem Focus etwas tiefer geht, so scheint es auch, als wenn derselbe aus kleinen runden Zellen bestände. Die Streifen zeigen einen nach dem Centrum der Schuppe gerichteten Schatten, der schon bei der Flächenbetrachtung der Schuppe darauf hindeutet, dass jene Erhabenheiten angehören, welche unter dem Mikroskope die dunkeln Contouren liefern.

Macht man einen mikroskopischen Schnitt von der Schuppe, welcher bei der geringen Dicke des Gebildes nicht ganz senkrecht, sondern, um eine grössere Schnittfläche zu erzielen, etwas schräg in der Längsaxe der Schuppe geführt werden muss, so zeigt uns das Bild, welehes wir erhalten, die Bedeutung dieser Streifen ganz deutlich. (Fig. 1. a.) Wir sehen

auf einem solchen Schnitte zunächst eine Menge paralleler Linien, welche von der Schichtung der Schuppe herrühren. An dem oberen, der freien Fläche der Schuppe zugehörigen Rande des Bildes, wo die parallelen Linien aufhören, tritt uns eine Lage entgegen, deren untere Begrenzung ebenfalls eine gerade Linie darstellt, deren obere Grenze aber gezähnelt erscheint. Die Zähne dieser Lage stehen genau in derselben Entfernung, in welcher man bei der Flächenbetrachtung die concentrischen Streifen wahrnahm. Durch den schrägen Schnitt hat man auch Gelegenheit, sich von der Identität derselben mit den concentrischen Linien zu überzeugen und sieht zugleich noch etwas, was die Erklärung zu der oben erwähnten Thatsache giebt, dass auf der Fläche bei gewisser Focuseinstellung die concentrischen Streifen aus kleinen runden Zellen zu bestehen scheinen. Man sieht, dass die Erhabenheiten, welche wie Riffe die Oberfläche der Schuppe bedecken, nicht in allen Stellen gleich hoch sind, sondern kleine Vertiefungen zwischen sich lassen, so dass die concentrischen Streifen aus einer Reihe im Allgemeinen concentrisch gestellter Riffe bestehen, die wieder eine höckerige Oberfläche haben. Bringt man daher den Focus in eine gewisse Tiefe, so müssen anstatt der gezähnelten Linien eine Menge in Reihe gestellter, kleiner runder Zellen erscheinen, was Mandl zu der Annahme von Zellenlinien geführt hat.

Es fällt bei der Betrachtung dieses Schnittes sogleich ins Auge, dass die Lamellen, welche die Schuppe zusammensetzen und einander parallel liegen, durchaus nicht mit den concentrischen Streifen in Zusammenhang zu bringen sind, wie früher Agassiz noch in seinem Streite mit Mandl annahm, wo er die concentrischen Erhabenheiten der Oberfläche der Schuppe als die aufgeworfenen Ränder der Schuppenlamellen auffaste.

Wenn also diese Erhabenheiten nur der obersten Lage angehören, so bedarf es auch weiter keiner Erklärung, weshalb manchmal die ihnen entsprechende Zeichnung plötzlich endet, oder weshalb sich einmal wieder ein ganz neuer Streifen zwischen die längeren concentrischen einschiebt.

Agassiz meint von dieser oberen Lage, dass sie aus vielen, dachziegelartig angeordneten, kleinen Lamellen bestehe; ich habe jedoch an der oberen Fläche nur immer ein Blatt erkennen können, welches selbstständig diese Erhabenheiten bildet. Ich kann mir auch nicht erklären, wie Agassiz, wenn er viele nebeneinanderliegende kleine Lamellen annimmt, die Zeichnung der Schuppe, wie man sie von der Fläche aus sieht, auffassen will, er müsste denn diese Lamellen ohne alle Ordnung entstehen lassen. Die darüber liegende Schicht der Cutis fügt sich an alle Erhabenheiten und Vertiefungen der oberen Schuppenlage genau an.

Ich schliesse an diesen Punkt sogleich die Zusammensetzung der Schuppen aus übereinander liegenden Lamellen an, da man auch bei der Erklärung der radiär stehenden Zeichnungen wieder auf dieselben stösst. Die Schuppe besteht aus einer ziemlich grossen Anzahl von Lamellen. Leeuwenhoeck hat bei einem alten Karpfen deren über 40 gezählt.

Die Lamellen oder Schichten sind nicht gleichmässig, sondern so angeordnet, dass zwischen zwei dickere je eine dünnere sich lagert, die auch in ihrer Substanz von den dickeren Schichten verschieden ist. Die dickeren Schichten sind farblos und glänzend, die dünneren gelblich und undurchsichtig, erstere sind „kalkhaltige Lamellen,“ letztere sind von einer zwischen die kalkhaltigen Lamellen abgelagerten „Kittsubstanz“ gebildet. (s. Fig. 2. f.)

Die Anzahl der Lamellen steht in keinem bestimmten Verhältniss zu dem Alter des Thieres, wenigstens sprechen die Zahlenverhältnisse der Lamellen bei sehr verschieden alten Thieren einer und derselben Gattung nicht dafür. Da jedoch die Lamellen der älteren Thiere dicker sind und der Farbenunterschied zwischen den einzelnen Lagen nicht mehr besteht, so ist es wahrscheinlich, dass die Kittsubstanz, welche bei diesen jungen Thieren die Blätter verbindet, für das Auge des Beobachters aber als eine selbstständige Schicht erscheint, in der Länge der Zeit mit einer Kalklamelle, mit welcher sie in Verbindung steht, verschmilzt, indem sie durch allmählige Verkalkung mit derselben sich verbindet. So kommt es denn,

dass die Anzahl der Lamellen, obgleich sie beim alten Fische in Wirklichkeit eine viel grössere geworden ist, dennoch nicht vermehrt erscheint, da die Bindeglieder der älteren Lamellen als solche verschwunden sind. Es wirft diese Annahme zugleich auf die Entstehung der Schuppen ein Licht. Das Wachsen der unteren Lagen der Schuppe muss in folgender Weise stattfinden: In der dem unteren Theile der Schuppe anliegenden Membran der Cutis findet periodisch eine Kalkablagerung statt. Die mit Kalksalzen imbibirte wird zur untersten Lamelle der Schuppe; zwischen der Cutis und dieser neugebildeten Lage setzt sich wieder eine Kittsubstanz ab. Nach einer gewissen Zeit, die dem schnelleren oder langsameren Wachsthum des Fisches und der Vergrösserung seiner Körperoberfläche entspricht, findet wieder ein ähnlicher Vorgang statt und so fort. Wir finden daher, obgleich bei ganz jungen Fischen wegen der Kleinheit der Objecte die Untersuchung dieser Verhältnisse sehr erschwert ist, in den Schuppen jüngerer Fische schon eine ziemlich grosse Anzahl von Blättern von verschiedener Farbe vor. Betrachtet man dagegen die Schuppen alter Thiere, so bemerkt man dickere Lagen, aber in nicht viel grösserer Anzahl, da die Kittsubstanz unterdessen zwischen den ältesten Lamellen eine Verkalkung eingegangen ist.

Mit dieser Art des Wachsthums stimmt es auch vollkommen überein, dass die untersten Lagen der Schuppe die grössesten sind, und dass, was schon Peters erwähnt, sich an der unteren Fläche der Schuppe ein weicherer Theil befindet. Dieser weichere Theil ist eben die Kittsubstanz, welche bei der untersten Lamelle sich zwischen dieser und der Cutis abgelagert hat. Für das Bestehen einer nicht verkalkten Kittsubstanz spricht ausserdem noch die Thatsache, dass bei Schnitten, die senkrecht auf die Fläche der Schuppe geführt sind, und welche nicht ganz vom vorderen bis zum hinteren Rande der Schuppe gehen, die einzelnen Lamellen frei hervorragen, während die Kittsubstanz, die weicher ist, an dieser Stelle durch den Druck des Messers zu Grunde gegangen oder

abgerissen ist, so dass nur noch die kalkhaltigen Lamellen an dieser Stelle bestehen, zwischen denen die weiche Kittsubstanz fehlt.

Die Substanz der Kittlamellen erscheint meist homogen, doch sieht man an vielen Schnitten durch die Schnittführung sich Faserelemente ablösen, die überall wo sie vorkommen, in derselben Richtung verlaufen. Es ist daher wohl anzunehmen, dass auch die Kalklamellen eine faserige Textur haben, deren Erkennung nach Ablagerung von Kalksalzen nicht mehr möglich ist.

Neben den concentrischen Zeichnungen, die der obersten Schicht der Schuppe allein angehören, zeigen sich bei der Betrachtung von der Fläche radiär nach einem gemeinsamen Mittelpunkte von der Peripherie her verlaufende Streifen (Fig. 1. c.), die jedesmal aus zwei in grösserer oder geringerer Entfernung neben einander herlaufenden Linien bestehen. Es sind dies die „Canaux longitudinaux" Mandl's, die „Sillons en éventail" von Aggasiz, die „Nähte" von Peters.

Mandl glaubte diese Streifen bedingt durch Längskanäle, die von der Peripherie der Schuppe dem „Foyer" oder Centrum derselben zustrebend mehr weniger vollständige Kanäle bilden, welche unmittelbar mit der Haut in Berührung stehen und die Function nutritiver Gefässe übernehmen sollten.

Weder Agassiz noch Peters haben solche Kanäle gefunden. Agassiz bezeichnet sie richtig als fächerförmig verlaufende Sillons, welche sämmtliche Lagen der Schuppen durchbrechen, doch lässt er sich nicht weiter über die Bedeutung derselben aus, während Peters ihre Bedeutung darin findet, dass sie Nähte darstellen. Seine Ansicht wurde durch die Beobachtung gestützt, dass die Schuppen beim Kochen verbrennen und bei Behandlung mit starken Säuren so leicht an diesen Stellen sich trennen. Da indess die, den Furchen entsprechende, durch die Dicke der Schuppe hindurchgehende Substanz nicht allein die verkalkten Lamellen verbindet, sondern auch ohne Abgrenzung in die Kittlamellen zwischen jenen

übergeht und im Wesentlichen aus Kittsubstanz besteht, so lässt sie sich nicht einfach als Nahtsubstanz auffassen.

Man benutzt zur Untersuchung dieser zweiten Eigenthümlichkeit der Schuppen wieder einen etwas schräg, aber dieses Mal in der Queraxe der Schuppe geführten Schnitt. Zunächst sieht man an demselben wieder die parallel begrenzten, abwechselnd farblos und gelblich gefärbten Lamellen, und auf dem oberen Rande wieder die, jetzt in einer anderen Richtung getroffenen Riffe der obersten Schicht. An der Stelle, wo eine Furche getroffen ist, bemerkt man an der obersten Lage einen Einschnitt; die Lage fehlt an dieser Stelle ganz und ist im Grunde der Furche durch Kittsubstanz ersetzt. Im weiteren Verlaufe des Sillon durch die tiefer liegenden Lamellen bieten sich verschiedenartige Bilder dar. In dem einen Falle geht sie senkrecht durch die ganze Dicke der Schuppe, aus derselben Substanz bestehend, die man zwischen den eigentlichen Lamellen wahrnahm. In anderen Fällen theilt sie sich gabelförmig in der Region der Lamellen der unteren Schicht und fasst zwischen sich eine schmale, nach unten breiter werdende Lage kleiner, ganz den übrigen Blättern gleichender Lamellen mit abwechselnden Schichten. Diese Schicht schiebt sich also gleichsam keilförmig zwischen die anderen der Schuppe hinein und trägt so zur Verbreiterung und Vergrösserung der Schuppen in den unteren Theilen bei, indem sie die Lagen auseinanderdrängt. (Fig. 2. b.)

Die Zahl dieser Sillons ist sehr wechselnd bei den einzelnen Schuppen; bald richtet sie sich, wie bei Perca fluviatilis nach der Zahl der Ausbuchtungen des vorderen Randes der Schuppe, indem immer je zwei Sillons eine Ausbuchtung umfassen, bald ist die Anzahl, wie bei Scarus striatus, welcher überhaupt an seinen grossen Schuppen am bequemsten die Eigenthümlichkeiten der Schuppen zur Anschauung bringt, unbegrenzt. Die Sillons gehen übrigens nicht blos in der Richtung von der Peripherie nach dem Centrum, sondern verlaufen auch in anderen Richtungen, wie Peters z. B. am Ophidium und anderen Fischen gesehen hat, wo sie auch concentrisch angeordnet sind.

Was den Ort anbetrifft, an welchem die Sillons an der Schuppe vorkommen, so sind sie bei Weitem am regelmässigsten auf dem vorderen Theile der Schuppe zu finden und laufen in diesem Falle unter spitzem Winkel nach dem Foyer zusammen, oder sie sind in derselben Weise auf die ganze Schuppe vertheilt. Die Sillons sind nicht in ihrer ganzen Ausdehnung gleich weit, sondern werden im Allgemeinen nach dem Centrum hin enger, zeigen aber auch noch in ihrem Verlaufe mannichfache Ausbuchtungen. Sie können, wie man es beobachten kann, dadurch, dass sich in sie hinein Lamellenlagen schieben, zur Vergrösserung der Schuppe in der Fläche beitragen und vermitteln durch ihre erst spät verkalkende Kittsubstanz die Möglichkeit einer fortwährenden Ablagerung von Kalksalzen in die nicht mehr in directem Zusammenhange mit der Cutis stehenden Lamellen und die Kittsubstanz der Schuppe.

Aus dem letzteren Umstande erklärt sich auch das, was Mandl gesehen hat, dass nämlich bei älteren Exemplaren von Abramis keine Furchen mehr vorkommen, während die Schuppen jüngerer Exemplare sie noch besitzen.

Mit den beiden bis jetzt erwähnten Eigenthümlichkeiten der Schuppen, den concentrischen und radiären Streifen, steht noch eine dritte in engem Zusammenhange; es ist dies der Punkt, um welchen herum beide Streifen sich anordnen (Fig. 1. b.), und der von den verschiedenen Naturforschern verschieden gedeutet worden ist. Agassiz nennt ihn „Centre de l'accroissemet", Mandl „Foyer". Mandl unterscheidet noch einen „Foyer granuleux", wo sich Schuppenkörperchen (zu denen wir weiter unten kommen), unterbrochene concentrische Streifen (Zellenlinien Mandl's) und mehr weniger deutliche Zellen finden, und „Foyer uni", wo die Oberfläche Nichts dergleichen darbietet.

Mandl erklärt den Foyer als den Punkt der Schuppe, von welchem hauptsächlich die Ernährung ausgehe, Agassiz für den ältesten Theil der Schuppe, dessen älteste Schichten hier abgeblättert oder abgerieben seien. Ich schliesse mich der letzten Ansicht an, kann mich aber mit dem letzteren

Theile derselben, dass hier eine Abblätterung oder Abreibung der ältesten Schichten stattgefunden habe, nicht einverstanden erklären. Es fällt diese Ansicht schon mit der Annahme zweier verschiedener Lagen der Schuppe; es ist ferner natürlich, dass die Erhabenheiten, welche sich dem Centrum der Schuppe am nächsten befinden, kleiner und undeutlicher sind, als weiter nach der Peripherie hin, weil an diesem Punkte wo die obere Lage der Schuppe am dünnsten ist, (da sie zu einer Zeit entstand, die dem jüngsten Alter des Fisches angehörte), sich nicht so grosse Erhabenheiten entwickelten, als an den peripherischen Theilen, die einem höheren Lebensalter des Fisches angehören. Eine Abblätterung kann man auch schon wegen des Bestehens einer Cutis auf der Schuppe nicht annehmen, und bei einem Abreiben wäre ja eine Verletzung der Epidermis und Cutis an dieser Stelle vorauszusetzen. Der Foyer stellt also weiter Nichts als den ältesten Theil der Schuppe dar, und es ist an dieser Stelle, weil sie eben die älteste ist, die Verkalkung am weitesten vorgeschritten, auch ist die Schuppe an dieser Stelle am dicksten, da hier sich die grösste Anzahl von Lamellen der unteren Lage befindet.

Der Ort des Foyer auf der Schuppe ist bei den verschiedenen Fischen wechselnd. Kuntzmann hat bei seiner Eintheilung der Schuppen nach der Zeichnung die Stellung des Foyer zur Schuppe mit als Eintheilungsprincip benutzt, es hat jedoch dieser Punkt für die Structur der Schuppe keine tiefere Bedeutung.

Auf der Schuppe befinden sich noch, augenscheinlich zur Bildung derselben in einem gewissen Verhältnisse stehende, Körperchen (Fig. 3.) von verschiedener Grösse und Form, die kleineren oval oder rundlich, die grösseren viereckig mit abgerundeten Grenzen. Sie erscheinen dunkler als die Schuppe selbst, bleichen durch Säuren und bei der Verbrennung, bleiben aber beständig, auf welche Weise man auch die Schuppen behandeln möge. Agassiz hat sich nicht davon überzeugen können, dass diese Figuren von wirklichen soliden Körpern herrühren sollen, er meint, die unregelmässige Vertheilung

derselben und die wechselnde Anzahl mache das Bestehen von wirklichen Körpern unsicher. Ferner kommt es ihm vor, als wenn die Zahl derselben durch Quetschen des Objectes vermehrt werde. Er schliesst aus diesen Umständen, dass die Figuren von leeren Räumen herrühren, die an Stellen, wo die Lamellen sich von einander getrennt haben, entstehen, so dass durch die veränderte Brechung des Lichtes an solchen Punkten das Vorhandensein von soliden Körpern vorgetäuscht werde. Er hat sie auch an dicken, starken Schuppen nicht gefunden und deutet diesen negativen Befund zu Gunsten seiner Ansicht.

Mandl findet diese Körperchen mitten in der Substanz der Schuppe, an der Basis der concentrischen Linien und in einem besonderen Gewebe liegen. Sie nehmen nach dem Rande der Schuppe an Grösse ab, an Zahl zu, und bilden oft an den radiären Streifen nur noch Granulationen.

Peters wieder hat diese Schuppenkörperchen nur an der unteren Fläche wahrgenommen, niemals, wie Agassiz, an der oberen. Er meint, sie bestehen aus Knochensubstanz und bilden sich aus der krümlichen Substanz, in die sie nach dem Rande der Schuppe und nach den Furchen hin übergehen, und sind es auch, aus denen die Zähne am hinteren Rande vieler Schuppen hervorgehen (Ctenoidschuppen). Man findet nach ihm unter diesen elliptischen Körpern andere von viereckiger Gestalt, welche sich in regelmässigen Reihen ablagern und zu diesen Zähnen auswachsen.

Leydig endlich erklärt sie als Kalkkugeln, welche das Material zur Verkalkung der Schuppen liefern und eine ähnliche Bedeutung haben, wie die Zahnbeinkugeln bei der Bildung der Zahnsubstanz.

Ich schliesse mich der Ansicht, dass die Schuppenkörperchen nicht Vacuolen angehören, sondern verknöcherte und kugelige Körper darsellen, wie es besonders Leydig behauptet, an, und glaube, dass nur Wenige mit Agassiz diese Gebilde für eine optische Täuschung halten werden.

Ich finde diese Körperchen, die an den Schuppen in grosser Anzahl vorkommen, und die ich überhaupt an allen Schuppen der Ctenoiden und Cycloiden, welche ich untersuchte, bemerkt

habe, zumeist an der oberen Fläche gelagert, oder auch in die Substanz der Schuppe und namentlich in die oberen Schichten der unteren Lage eingebettet, und zwar so, dass sie, je weiter sie von den radiären Furchen entfernt liegen, desto tiefer in die Schuppe hineingehen. Es entstehen daher buchtige Zeichnungen auf den Schnittfiächen parallel der Queraxe der Schuppe, die in der Mitte zwischen zwei Furchen am weitesten in die Substanz sich hineinziehen.

Mehr nach dem hinteren Rande der Schuppe zu verschmelzen manchmal mehrere dieser Körperchen zu einem unregelmässigen grösseren Körper, welcher in seiner Begrenzung noch seine Entstehung aus mehreren kleinen erkennen lässt. Wahrscheinlich sind es einzelne mit jenen in Form von Kugeln verknöcherte Theile der Bindesubstanz, die man so häufig am Rande grösserer Knochenstücke beobachtet.

In allen bisher erwähnten Eigenthünlichkeiten stimmen die Cycloid- und Ctenoidschuppen überein, die letzteren haben nur noch ein charakteristisches Merkmal, das den Unterschied zwischen beiden Arten ausmacht.

An dem hinteren Rande der Ctenoidschuppen, über denselben hinausreichend, bemerkt man an der oberen Fläche eine Menge in gleichmässigen Abständen mit grosser Regelmässigkeit angeordneter Spitzen, die wie Zähne eines Kammes nebeneinander stehen (Fig. 1.d.). Die Spitzen oder Zähne sind regelmässige Kegel, die nach ihrer Basis zu sich öfters an einer Stelle noch einmal plötzlich verengen und so eine Form darstellen, die man mit den Spitzen der Helme vergleichen kann. Weiter nach vorn von diesen Spitzen stehen Gebilde, gleichfalls im Halbkreise angeordnet, welche eine unverkennbare Aehnlichkeit mit ihnen zeigen. Je weiter sie nach vorn stehen, desto undeutlicher wird ihre Form, desto matter ihre Grenze, bis sie endlich gegen den Foyer hin ganz verwaschen aussehen, und zuletzt ganz verschwinden, noch ehe sie diesen erreicht haben. Peters hat gemeint, dass die Körperchen, welche ich oben beschrieben habe, sich immer mehr vergrössern, zuletzt zu diesen Spitzen auswachsen und an den hinteren Rand der Schuppe treten; ich kann mich mit dieser Anschauung

nicht einverstanden erklären. Man kann leicht sehen, wenn man bei der Präparation der Schuppe nicht ganz vorsichtig zu Werke gegangen ist, dass die eine oder andere Spitze an der verengten Stelle abgebrochen ist, offenbar erst durch die Präparation. Der übriggebliebene Rest der Spitze unterscheidet sich nun durch Nichts von den Körpern der weiter nach vorn stehenden Reihen.

Ich möchte aus diesem Umstande gerade umgekehrt schliessen, als es die früheren Beobachter gethan haben, und behaupten, dass die Spitzen bei dem allmählichen Wachsthum der Schuppe als Bestandtheil der oberen Schicht am hinteren Rande der Schuppe sich bilden, und dass in Folge dessen die zuletzt gebildeten Spitzen vollständig erhalten sind, während die durch das weitere Wachsthum schon nach vorn auf die obere Fläche der Schuppe gerückten Spitzen durch äussere Insulte abbrechen und kleiner werden, so dass die am weitesten vorn stehenden, also ältesten Rudimente dieser Art Gebilde endlich in ihrer Form eine noch geringe Aehnlichkeit mit den ausgebildeten Spitzen haben.

Für diese Ansicht spricht ausserdem die Thatsache, dass bei Ctenoidschuppen jüngerer Thiere ebenso wie bei älteren nur die letzte am hinteren Rande stehende Reihe von Spitzen ausgebildet erscheint, während die Zahl der Reihen rudimentärer Spitzen eine kleinere ist, als bei älteren.

Die Spitzen und ihre Ueberreste zeigen nicht bei allen Fischen dieselbe Form und Grösse, sondern sind sehr verschieden, aber stets nach demselben Typus angeordnet. Bald sind sie klein und nur bei der Berührung des Fisches als geringe Rauhigkeiten der Oberfläche zu bemerken, bald sind sie deutlich mit blossem Auge zu erkennen. Da der hintere Rand der Schuppe mit dem Wachsthum derselben immer grösser wird, so ist es natürlich, dass die letzten Reihen eine immer grössere Menge von Spitzen erhalten und dass, da sie mit grosser Regelmässigkeit angeordnet sind, die ganze Menge dieser Körper bis zu den Rudimenten hinauf in Form einer Quincunx angeordnet erscheinen. Eine besondere Structur lässt sich an den Spitzen nicht erkennen.

Mandl hat seine Spitzen, welche er Zähne nennt, mit einem Sack, in dem sie sich bilden sollen, und einer Wurzel versehen sein lassen, ist wohl aber darin zu weit gegangen. Die einzelnen Spitzen haben allerdings an ihrer Basis eine scharfe, abgerundete Grenze, aber wirkliche Wurzeln hat noch kein Beobachter ausser Mandl an ihnnen gefunden.

Was die Bedeutung dieser letzterwähnten Formationen für die Classification, für die Möglichkeit, aus der blossen Schuppe schon die Art oder Gattung des Fisches zu erkennen, betrifft, so ist dieselbe nicht ersichtlich, und Peters hat darauf hingewiesen, dass er bei der Untersuchung von Pelamys sarda dessen Schuppen im Allgemeinen cycloid sind, in der Gegend der Brustflossen auch Ctenoidschuppen gefunden hat; es bestehen also Uebergänge zwischen beiden Formen, und beide können nebeneinander auf ein und demselben Fische vorkommen. Johannes Müller lässt sich in gleicher Weise über die Bedeutung der Spitzen oder Zähne für die Classification der Fische aus.

Was ich oben an einzelnen Stellen über die Entstehung der eigentlichen Schuppen gesagt habe, will ich hier kurz noch einmal zusammenstellen

Die Schuppen, ein Gebilde der Cutis, von allen Seiten von derselben wie von einer Tasche umgeben, setzen sich aus zwei verschiedenen Lagen zusammen. Die obere, mit dem Leibe des Fisches zugekehrter glatter und mit äusserer durch vielfache Erhabenheiten ausgezeichneter Fläche, welche die concentrischen Streifen herstellen, entwickelt sich von der oberen Schicht der Cutis durch Ablagerung von Kalksalzen in dieselbe. Die untere Lage besteht aus vielen, der Zahl nach nicht bestimmten und mit der Anzahl der concentrischen Erhabenheiten der oberen Schicht in keiner Weise im Verhältniss stehenden Lamellen, die periodisch durch Kalkablagerung in die unter der Schuppe befindliche Schicht der Cutis sich bilden und jedesmal zwischen sich eine unverknöcherte Schicht (Kittsubstanz) lassen. Die unterste Lage dieser Kittsubstanz liegt zwischen der zuletzt gebildeten Kalklamelle und der die Schuppe umschliessenden Cutisschicht. Die Grösse der Lamellen

nimmt auch unten zu, so dass die oberste Lamelle am kleinsten die unterste am grössesten ist.

Die Längsfurchen theilen die Schuppe in ihrer ganzen Dicke der Fläche nach in nebeneinander liegende Theile, deren Anzahl durch die Längsfurchen bedingt ist. Sie sind mit einer unverkalkten Kittsubstanz erfüllt und können der Vermittlung der Ablagerung von Kalksalzen in das Innere der Schuppe, insbesondere in die Kittsubstanz dienen. Diese Ablagerung findet hauptsächlich von oben her statt, wo sich auch die als Schuppenkörperchen bezeichneten Kalkconcremente vorfinden. Die Kittsubstanz der Furchen kann im höheren Alter gleichfalls verkalken. Die Längsfurchen können ausserdem noch zur Vergrösserung der Schuppen in die Breite dadurch beitragen, dass sich in sie hinein von unten her keilförmig Lamellenlagen, gleichfalls mit interlamellärer Kittsubstanz, entwickeln, und so die Breitenausdehnung der Schuppe vermehren.

Die Zähne des hinteren Randes der oberen Schicht der Ctenoidschuppen bilden sich periodisch mit dem Wachsthum der Schuppe am hinteren Rande selbst und rücken, je weiter nach vorn gelangend, desto rudimentärer werdend, allmählich in Folge der Vergrösserung der Schuppen nach vorn. Alle Körper dieser Art haben einmal am hinteren Rande als vollkommene Spitzen sich entwickelt.

Was die Form der Schuppen im Allgemeinen anbetrifft, so wechselt ihre Grösse und Gestalt bei den einzelnen Arten ins Unbegrenzte, von den kleinen kümmerlichen Schuppen von Anguilla bis zu den grossen schönen Schuppen der Cyprinus und Scarusarten. Wie ihre Grösse und Gestalt, so ist auch ihre Consistenz nach den einzelnen Arten sehr verschieden.

Beachtenswerth ist noch ihre Anordnung an der Oberfläche des Fisches. In den meisten Fällen stehen sie dachzigelförmig in transversalen Reihen angeordnet, doch kommen auch Fische vor, bei denen die Schuppen sich nur mit den Rändern berühren oder ganz einzeln stehen.

Bei der dachziegelförmigen Anordnung bedeckt jede trans-

versale Reihe mit ihrer hinteren Fläche die vordere Fläche der Schuppen der nächst folgenden Reihe. Agassiz hat, um die genaue Kenntniss der Anordnung der Schuppen auf der Oberfläche des Fisches zu erleichtern, verschiedene technische Bezeichnungen eingeführt. Er nimmt „séries dorsoventrales“ an; diese werden durch die Linea lateralis getheilt in „séries médiodorsales“ und „médioventrales“, und zerfallen ihrerseits wieder in antérieures und postérieures.

Ueber die Anzahl der Schuppenreihen und ihr Verhältniss zu dem Organissmns des Fischkörpers macht Agassiz noch eine interessante Bemerkung. Fast alle Fische mit grossen Schuppen haben so viel Schuppenreihen, als sie Wirbel haben. Es stimmt diese Thatsache mit den Gesetzen, die wir für den Aufbau des Wirbelthierkörpers annehmen, sehr wohl überein.

Herr Geh. Medicinalrath Reichert hatte die Güte, mir obiges Thema zu stellen und mir mit der grössten Liberalität das Material zu meinen Untersuchungen aus dem anatomischen Museum zu gewähren. Sei es mir daher vergönnt, demselben für das Interesse und die gütige Unterstützug, welche er meiner Arbeit zugewendet hat, an diesem Orte meinen Dank auszusprechen.

Erklärung der Figuren.

Fig 1. Schuppe von Perca fluviatilis.

A. vorderer in der Haut des Fisches gelegener Theil der Schuppe.
B. hinterer freier Rand der Schuppe.

a. Concentrische Zeichnungen der oberen Schicht.
b. Foyer.
c. Radiäre Furchen, Nähte.
d. Spitzen, Zähne der Ctenoidschuppen.
e. Reihen rudimentärer Spitzen.

Fig. 2. Ansicht von der Fläche einer quer und etwas schräg durchschnitten Schuppe von Scarus striatus.

a. Die obere Lage an zwei Stellen b. b. von den radiären

Furchen durchsetzt Sie geht bei der Linie c. in die Oberfläche der Schuppe über und zeigt die concentrischen Erhabenheiten (a) derselben.

d. Die untere Lage der Schuppe bestehend aus den verknöcherten Lamellen e. und der nicht verknöcherten Kittsubstanz f.

f'. Freiliegende Lamelle der Kittsubstanz in continuirlicher Verbindung mit der die Sillons ausfüllenden nicht verkalkten Substanz.

Die radiären Furchen bb. ziehen durch die ganze Dicke der Schuppe und spalten sich in der unteren Partie derselben, indem sie schmälere Lamellen zwischen sich fassen.

Fig. 3. Schuppenkörperchen der Schuppen von *Perca fluviatilis*.

Ueber Noctiluca miliaris.

Erwiderung an Herrn Prof. V. Carus.

Von

Dr. W. Dönitz.

Herr Professor V. Carus hat es für nöthig erachtet, meine in diesem Archiv veröffentlichte Arbeit über Noctiluca miliaris einer Kritik[1]) zu unterwerfen, zu der ich unmöglich schweigen kann, da mir darin der schwerste Vorwurf gemacht wird, der einen wissenschaftlichen Forscher treffen kann — Entstellung von Thatsachen.

Ich nannte es einen mir unerklärlichen Irrthum, dass Herr Professor V. Carus in der Diagnose der eigens für die Noctiluca geschaffenen Klasse der Myxocystodea diesen Thieren ein gallertiges, dem Schleimgewebe höherer Thiere vergleichbares Parenchym zuschreibt. Nachdem Herr Prof. V. Carus diese Stelle meiner Arbeit in seiner Kritik wiederholt hat, fährt er fort: „So dankbar ich jederzeit für die Berichtigung von Irrthümern sein werde, von denen ich meine Arbeiten ebensowenig wie die des Herrn Dr. W. Dönitz frei weiss, so entschieden muss ich mir derartige Entstellungen verbitten, wie sie in den Bemerkungen des Herrn Dr. Dönitz enthalten sind."

[1]) M. Schultze's Archiv 1868. S. 351 u. 352.

Das konnte ich allerdings nicht erwarten, dass man mich der Entstellungen zeihen würde, wenn ich wörtlich citire.[1]) Herr Prof. V. Carus vermeidet es hier, von seiner Diagnose zu sprechen, auf die ich mich ausdrücklich beziehe; er verweist vielmehr auf eine ganz andere Seite, auf welcher eine etwas ausführlichere Beschreibung steht. Damit ist für den denkenden Leser aber nichts gewonnen, denn in dieser Beschreibung wird von neuem wieder von einer Gallerte gesprochen, gegen deren Existenz einzig und allein der von Herrn Prof. V. Carus incriminirte Abschnitt meiner Arbeit gerichtet ist.

Sollten aber meine Entstellungen darauf hinauskommen, dass ich unter „Schleimgewebe" ein Bindesubstanzgebilde verstehe, so bitte ich Herrn Prof. V. Carus, sich die Ueberraschung zu bereiten, in irgend einem Handbuch der Histologie, z. B. in dem von Frey oder Hessling, im Register das Wort „Schleimgewebe" aufzuschlagen und sich auf ein Capitel verweisen zu lassen, welches von nichts anderem als einem Bindesubstanzgebilde handelt. Dass aber Herr Professor V. Carus dieses Wort in einem anderen als dem gebräuchlichen Sinne hat anwenden wollen, konnte ich um so weniger vermuthen, als an der citirten Stelle das supponirte Noctilukengewebe mit dem Schleimgewebe höherer Thiere verglichen wird. Was sind nun höhere Thiere? In dem Carus'schen Handbuche bilden die nächst höhere Klasse die Hydrozoën, von denen in der Diagnose gesagt wird, dass sie ein gallertiges, seltener bis knorpelhartes Coenenchym besitzen. Zur Erläuterung dient ein Satz in der ausführlicheren Beschreibung: „Bei den medusoiden Formen nimmt das Ectoderm durch Aufnahme eines sich an die Bindesubstanzen höherer Thiere anschliessenden Gewebes von Gallert — bis Knorpelconsistenz an Mächtigkeit zu." Wir werden hier zwar wieder auf die höheren Thiere verwiesen, aber es ist

---

1) Gerstäcker u. Carus, Handbuch der Zoologie, Bd. II. S. 567. „Myxocystodea: Thiere, deren gallertiges, dem Schleimgewebe höherer Thiere vergleichbares Körperparenchym von einer deutlichen Membran umgeben und mit Mund, Magen und After versehen ist. Bewegungsorgan ein fadenförmiger Anhang."

unnöthig, noch weiter zu suchen, denn Herr Prof. V. Carus erklärt hier selbst ja ausdrücklich sein Gallertgewebe für Bindesubstanz. Wenn demnach Herr Prof. V. Carus mir Entstellungen vorwirft, so scheint ihm in dem Augenblicke nicht gegenwärtig gewesen zu sein, was er selbst geschrieben hat.

Dagegen pflichte ich Herrn Prof. V. Carus sehr gern bei, wenn er erklärt, dass die Differenz unserer Ansichten darin besteht, dass er zwischen dem Sarcodegerüst eine organische (soll wohl heissen organisirte!) Substanz, ich aber Seewasser annehme. Warum aber erklärt sich Herr Prof. V. Carus nicht darüber, ob er gesonnen ist, diese seine Ansicht immer noch aufrecht zu halten? Ist eine organisirte Substanz zwischen den Fäden der Noctiluca vorhanden oder nicht, das ist der Kern der Frage. Ich behaupte nein, Herr Prof. V. Carus schweigt darüber und zieht es vor, sich über meine Auffassung des Wortes Schleimgewebe zu ereifern, womit für die Wissenschaft natürlich nichts weiter als ein Blatt Maculatur gewonnen ist. Auch wird die Sache des Herrn V. Carus dadurch um nichts besser, wenn er angiebt, dass er den Ausdruck Schleimgewebe nur gebraucht habe, um die Diagnose kurz zu fassen. Eine Diagnose, sie mag noch so kurz sein, muss meiner Ansicht nach doch wenigstens den Vorzug der Richtigkeit besitzen. Enthält sie aber Unrichtigkeiten, so kann man diese doch wahrhaftig nicht mit ihrer Kürze entschuldigen wollen. Wenn ich übrigens früher, als der erste Theil des Handbuches noch nicht erschienen war, schon hätte wissen können, wie wenig sich die Diagnosen des Herrn Prof. V. Carus durch ihre Correctheit auszeichnen,[1]) so würde ich ihn und

[1]) Um den in Obigem enthaltenen Vorwurf zu begründen, wird es genügen, nur einige Beispiele anzuführen, wie sie mir gerade nahe liegen.

1. Von den Sertulariden heisst es S. 558, sie hätten einen Kreis fadiger Tentakeln unmittelbar um den Mund, im Gegensatz zu den Campanulariden, bei welchen der Tentakelkreis unterhalb des conisch vortretenden Mundes sitzt. Das ist falsch, denn bei den mir im frischen Zustande bekannten Sertulariden, z. B. Plumularia, Halecium, Sertularia, befindet sich die Mundöffnung

sein Lehrbuch ebensowenig citirt haben, wie die Arbeit des Herrn Engelmann „Ueber die Vielzelligkeit der Noctiluken."

auf der Spitze eines Conus. Und dass bei den Campanulariden das Mundstück häufig kugelförmige, urnenförmige etc. Gestalt hat, scheint Herrn Prof. V. Carus auch nicht bekannt zu sein.

2. Auf S. 550 steht, dass Carduella und Depastrum eine becherförmige Glocke haben. Wenn dem so wäre, dann würden Gosse und Allmann diese Genera gewiss nicht von Lucernaria abgezweigt haben. Gosse's Diagnose der beiden nicht unnöthigerweise von einander getrennten Genera lautet: „Depastrum, corpus repente contractum, et supra et infra alvum." Es gehört ein nicht unbedeutender Grad von Einbildungskraft dazu, aus diesen noch dazu von Zeichnungen begleiteten Worten eine Becherform her zuleiten. Ob weiterhin Herr Prof. V. Carus im Recht ist, wenn er behauptet, dass Lucernaria cyathiformis ein bis drei Tentakelreihen besitzt, während Gosse ausdrücklich sagt: „Tentacula monosticha", das wage ich nicht zu entscheiden, da ich diese Thiere nicht aus eigener Anschauung kenne. Herr Prof. V. Carus wird sie sich ja wohl angesehen haben, als er seine abweichende Diagnose schrieb.

Auch der jetzt zur Hälfte erschienene I. Theil des Handbuches ist nicht besser ausgefallen. z. B.

3. S. 113 heisst es in der Diagnose der Ordnung Prosimii „der 4. Finger ist vorn und hinten der längste." Im Widerspruch dazu wird von der zu dieser Ordnung gehörigen Tarsida auf S. 117 in der Diagnose bemerkt: „Vorn ist der dritte, hinten der vierte Finger der längste. Es fällt dies um so mehr auf, als sonst öfter in dem Handbuche die Ausnahmen entweder angegeben oder durch ein „meistens" u. dergl. wenigstens angedeutet zu werden pflegen.

4. Von den Galaginina wird S. 117 angegeben: Gebiss wie bei Stenops, und von Stenops heisst es: „Letzter oberer Molar vierhöckerig". Die in unserem vergleichenden anatomischen Museum aufbewahrten Galaginina haben trotzdem alle nur einen dreihöckerigen letzten oberen Backenzahn.

5. Auch die Zahnformel dieser Halbaffen ist unrichtig. Ein ausgewachsenes Exemplar von Otolicnus crassicaudatus (No. 14699) hat m $^{4}/_{3}$ und nicht $^{3}/_{3}$, wie für die Nycticebina angegeben wird, zu denen Stenops gehört, mit dessen Gebiss dasjenige der Galaginina (dazu Otolicnus) übereinstimmen soll. Von den drei Höckern des letzten oberen Molarzahnes ist der hinterste so klein, dass man kaum von drei Höckern sprechen kann.

6. Von Pterodicticus heisst es auf S. 117: „Letzter oberer Backzahn zwei-, letzter unterer vierhöckerig. An dem Exemplar unseres Museums No. 10298 trägt jedoch der letzte obere Molaris drei Höcker,

Dass ich Engelmann's Aufsatz nicht erwähnt habe, hält Herr Prof. V. Carus für eine so grosse Unterlassungssünde, dass er mehr als eine halbe Druckseite Worte darüber verliert. Um mich aber deswegen zu rechtfertigen, kann ich nur sagen, dass ich geglaubt hatte, man würde kein grosses Gewicht auf eine Arbeit legen, die nichts neues weiter bringt, als dass man im Stande sei, Kerne an der Schale von solchen Noctiluken zu sehen, „die bereits einen oder zwei Tage lang todt im Seewasser gelegen hatten." Es ist dies eine Methode der Darstellung von Kernen, die doch erst noch viel genauer geprüft werden müsste, ehe man die mit ihrer Hilfe gewonnenen Resultate für gesichert halten darf. Dass aber die Methode, Seewasser zur Deutlichmachung von Kernen todter Thiere anzuwenden, für die Noctiluken wenigstens ganz unbrauchbar ist, erlaube ich mir hiermit ausdrücklich hervorzuheben. Im übrigen aber verstehe ich nicht, dass die Existenz der Kerne resp. Zellen deshalb nun erwiesen sein soll, weil Herr Prof. V. Carus und Engelmann „unabhängig von einander zu gleichen Ansichten über den Bau der Noctiluken kamen." Das beweist mir nur von neuem, dass zwei Beobachter sich eben gleichzeitig irren können.

---

während an dem entsprechenden unteren Zahn die hinteren Höcker einander so stark genähert und mit einander verschmolzen sind, dass schon sehr viel guter Wille dazu gehört, darin zwei distincte Höcker zu sehen.

Ich will die Beispiele von den mangelhaften Diagnosen des Herrn Prof. V. Carus nicht noch vermehren. Sie werden schon hinreichen, meinen obigen Ausspruch zu begründen, und ich denke, Herr Prof. V. Carus wird mir für diese Hinweisungen Dank wissen, da er in seiner Kritik die freundliche Bemerkung macht, dass er jederzeit für die Berichtigung von Irrthümern dankbar sein werde. Auf Wunsch bin ich gern bereit, ihm so viel Berichtigungen zukommen zu lassen, als einem Autor nur lieb sein kann.

Ueber Immunität gegen Strychnin.

Mit Bezug auf die in diesem Archiv, 1867, S. 629 ff., mitgetheilten Versuche des Hrn. Dr. Leube über die vergleichsweise Immunität der Hühner gegen Strychnin, hatte Hr. Professor Peters die Güte, mich auf folgende Notiz aufmerksam zu machen, welche in Sir J. Emerson Tennent's Sketches of the Natural History of Ceylon, London 1861, p. 242, (entnommen den Asiatic Researches, vol. XV. p. 184) enthalten ist.

„Der Nashornvogel" — Buceros Rhinoceros — „ist auch „frugivor, und die Eingebornen versichern, dass, wenn bei dem „Versuch eine Frucht abzunehmen der Stengel zu zähe ist, um „durch die Kiefer getrennt zu werden, er sich von dem Zweige „herabstürzt, um so dem Druck des Schnabels das Gewicht „seines Körpers hinzuzufügen. Der Nashornvogel ist sehr häufig „in Cuttack und trägt dort den Namen „Kuchila-Kai", oder „Kuchila-Fresser, wegen seiner Vorliebe für die Frucht von Strych„nos Nux vomica. Die Eingebornen betrachten sein Fleisch „als ein vorzügliches Specificum gegen rheumatische Affectionen."

Allerdings lese ich in J. Lindley's Vegetable Kingdom (3^d Edition, London 1863, p. 603), dass, nach Roxburgh, Strychnos Nux vomica eine schön orange, runde Frucht von der Grösse eines kleinen Apfels trägt, mit einer brüchigen Schaale und einem weissen gallertigen Fleisch, welches vollkommen unschädlich zu sein scheine, da es von vielen Arten von Vögeln gierig gefressen werde. Es bleibt danach zweifelhaft, ob nicht auch der Nashornvogel mit Zurücklassung der Samen nur das Fleisch geniesst, ob er, was

Hr. Professor Peters nicht für unmöglich hält, die Samen zwar verschluckt, diese aber unzerkleinert schnell genug den Verdauungscanal durchlaufen um kein Gift abzugeben, oder ob der Vogel wirklich gegen Strychnin fest sei.

Keinem derartigen Zweifel giebt die folgende Nachricht Raum, die ich gleichfalls Hrn. Professor Peters verdanke.

„Der in Costa Rica verstorbene Dr. med. Carl Hoffmann „schickte mir im Jahre 1858 eine neue Art der zweizehigen „Faulthiere, welche ich nach demselben Choloepus Hoffmanni „benannte[1]) und welche, ausser den Manatis, das einzige „Säugethier mit normal sechs Halswirbeln ist. Dem Thier war „die Notiz beigefügt: „Hat ein sehr zähes Leben, Strychnini „„gr. X tödteten es erst nach acht Tagen.""

[1]) Monatsbericht der Berliner Akademie 1858, S. 128.

[E. d. B.-R.]

Ueber das Verhalten der Eisensalze im Thierkörper.

Von

Dr. H. Quincke,
Assistenten der medicinischen Universitätsklinik zu Berlin.

Im Novemberheft des Journal of Anatomy and Physiology 1868 beschreibt Blake Versuche mit Eisenoxyd- und -oxydulsalzen und schliesst aus denselben auf eigenthümliche Wirkungen sowohl der einen, wie der anderen, auf die Capillaren, das Herz und das Centralnervensystem.

Diese Mittheilung veranlasst mich die Ergebnisse einer schon lange begonnenen aber noch unvollendeten Untersuchungsreihe über das Eisen hier wenigstens theilweise zu veröffentlichen.

Eisenoxydulsalze, welche im Gegensatz zu den Oxydsalzen Eiweiss bekanntlich nicht coaguliren, werden bei der Einspritzung in die Venen ziemlich schnell oxydirt und bilden gröbere und feinere Gerinnungen, welche zu Gefässverstopfungen im kleinen und grossen Kreislauf führen. Durch letztere werden die von Blake beobachteten Erscheinungen vollkommen erklärt.

Geschieht die Einspritzung schnell und in grösserer Menge, so tritt durch die Gerinnsel momentan oder in wenig Minuten Hemmung des Lungenkreislaufs und dadurch Tod ein. Ueberlebt das Thier die Einspritzung, so findet man Embolien durch Eisenalbuminat auch im grossen Kreislauf. Geschieht die Einspritzung hinreichend langsam, so dass der entstehende Niederschlag feinkörnig ist, so wird er von den weissen Blutkörperchen aufgenommen und ist in diesen überall zu finden. So erklären sich die Versuche von Mayer,[1]) welcher nach Eiseneinspritzung

---

[1]) De ratione qua ferrum mutetur in corpore. Dorpat 1851.

Grünfärbung der Schleimhäute durch NH_4S beobachtete und daraus eine Ausscheidung des Metalls auf diesem Wege nachweisen wollte.

Beim Frosch erhält man eine auf ganz analogem Wege entstandene Füllung der weissen Blutkörperchen mit Eisenalbuminat nach Injection von milchsaurem Eisenoxydul in den Rückenlymphsack. —

Die Verbindungen des Eisens mit Citronensäure,[1]) Weinsäure und Aepfelsäure, welche sich in ihrem chemischen Verhalten bekanntlich dadurch unterscheiden, dass durch Alkalien das FeO, resp. Fe_2O_3 aus ihnen nicht gefällt wird, verhalten sich auch im Organismus ganz verschieden von den übrigen.

Von den Oxydsalzen dieser Säuren sind viel grössere Mengen nöthig, um in Eiweisslösungen Niederschläge zu machen, als von den übrigen Fe_2O_3-Salzen. In's Blut eingespritzt, geben sie daher nicht leicht zu den erwähnten Embolien Anlass. Vom Unterhautzellgewebe oder vom Dünndarm aus werden sie schnell resorbirt und mit dem Urin wieder ausgeschieden, gleichgültig ob derselbe sauer oder alkalisch reagirt. Während der Ausscheidung ist das Eisen in den Harncanälchen und deren Epithelien mikrochemisch nachweisbar.

War das eingespritzte Salz einer der genannten Pflanzensäuren ein Oxydsalz, so erscheint das Eisen stets theilweise als Oxydul im Harn wieder; wurde ein Oxydulsalz eingespritzt, so finden sich im Harn ebenfalls beide Oxydationsstufen. Wie sich die Menge des Oxyds zu der des Oxyduls im einzelnen Falle verhält, hängt von der Quantität des eingespritzten Salzes ab. —

Die Versuche wurden an Hunden, Kaninchen und Fröschen angestellt. Zum mikroskopischen Nachweis des Eisens in den Geweben diente Hinzufügung von Schwefelammonium oder von Salzsäure und Ferrocyankalium zum Präparat.

---

[1]) Der Uebergang des citronens. Eisenoxyds in den Harn wurde schon von Kölliker und Müller beobachtet. Würzb. Verhandl 1855.

Berlin, 22. December 1868.

Erwiderung auf die briefliche Mittheilung des Herrn Dr. J. Reinhardt, die Hautbedeckung der Gravigraden betreffend.

Von

H. Burmeister.

Buenos Ayres, den 26. October 1868.

Vor Kurzem erhielt ich in einer Büchersendung aus Halle die letzten Jahrgänge dieses Archivs und fand in dem vom Jahre 1866 (S. 414) die briefliche Mittheilung des Herrn Dr. J. Reinhardt, über meine Entdeckung eines Hautpanzers bei Mylodon, welche im Jahrgange 1865. S. 334 abgedruckt ist. Schon früher war mir eine ähnliche Nachricht desselben Verfassers in den Ann. u. Mag. Nat. Hist. III. Ser. Vol. XVIII. S. 137. zu Gesicht bekommen, da indessen in letzterem die grössere Ausführlichkeit meiner Angaben, gegen die des Herrn Dr. Lund, welchem Herr Dr. Reinhardt die Priorität der Entdeckung vindicirt, eingeräumt wird, so liess ich die Sache auf sich beruhen, um so mehr, als ich mir nicht bewusst werden konnte, Herrn Dr. Lund, den ich hochschätze, durch meine Mittheilung zu nahe getreten zu sein. Indessen die erneute Mittheilung des Herrn Dr. Reinhardt in diesem Archiv lautet ganz anders; sie übergeht das Thatsächliche der beiderseitigen Angaben mit Stillschweigen, und zeihet mich der „Unachtsamkeit", dieselbe zugleich grossmüthig durch

meine mangelhafte Kenntniss der dänischen Sprache entschuldigend.

Die Sache verhält sich indess anders; ich erwähnte Herrn Dr. Lund's Angabe nicht aus Unachtsamkeit, sondern aus Unbekanntschaft mit seiner Wahrnehmung, weil dieselbe in einem damals noch nicht in meinem Besitz befindlichen Theile seiner Abhandlungen steht.

Seit dem Jahre 1845 besass ich drei Abhandlungen des genannten verdienten Gelehrten aus dem IX., X. und XI. Bande der Schriften der Königl. Dänischen Akademie und hielt diese drei Theile für alles, was Herr Dr. Lund über seine Entdeckung der fossilen Fauna Brasiliens publicirt habe; erst bei meiner Anwesenheit in Lagaa santa, im Hause des Herrn Dr. Lund, woselbst ich im Mai 1851 gastliche Aufnahme fand, lernte ich eine vierte Abhandlung (aus dem XII. Bande genannter Schriften) bei ihm selber kennen, von deren Inhalt ich nur in so weit Erinnerung behalten habe, als sie die Abbildung des grossen Fangzahnes von Machaerodus, nebst anderen Theilen des Gebisses enthält. Hierauf bezog ich mich bei meiner Beschreibung des Machaerodus im Jahre 1867 (Schrft. der Naturf. Gesellschaft zu Halle), die Abhandlung selbst lag mir auch bei Abfassung des fraglichen Aufsatzes nicht vor. Endlich im October vorigen Jahres (1867), bin ich durch gütige Mittheilung des Herrn Dr. E. Warming in Kopenhagen in deren Besitz gelangt, wie ich das im vierten Heft der Anales del Mus. Publ. de B. A. (S. 299) angezeigt habe. —

In dieser vierten Abtheilung der Aufsätze des Herrn Dr. Lund findet sich (S. 21 des Separat-Abdrucks) eine Beobachtung, welche mit meiner theilweis sich berührt, indessen doch keine entscheidende Gewissheit über die Hauptbedeckung der Gravigraden ausspricht, sondern zwischen Vermuthung und Wahrnehmung sich bewegt, wie der Leser aus nachstehender wortgetreuen Uebersetzung von Herrn Dr. Lund's Angaben ersehen wird:

„Ueber die Kenntniss der Hautbedeckung dieses Thieres (Scelidotherium) hat mir die betreffende Höhle eine grosse

Aufklärung gegeben. Ich habe schon bei früherer Gelegenheit zu beweisen gesucht, dass dasselbe nicht mit einem Panzer, wie die Panzerthiere bekleidet war und das hat sich bei späterer Erfahrung mir bestätigt und jetzt, wenn es noch nöthig wäre, vollständig bekräftigt; über diesen Punkt herrscht gegenwärtig kein Zweifel mehr. Indessen glaube ich nunmehr in Erfahrung gebracht zu haben, dass die Hautbedeckung auch kein gewöhnliches Haarkleid war, wie es sich beim gegenwärtigen Faulthier und Ameisenbär findet. In mehreren Höhlen hatte ich schon früher mir räthselhafte Körperchen gefunden, d. h. kleine, runde, im Allgemeinen linsenförmig flachgedrückte Körner, von der Grösse einer kleinen Erbse bis zu der einer Haselnuss, bestehend aus compacter Kalksubstanz, aber doch mit organischer Structur auf dem Bruche. Sie fanden sich gewöhnlich in grosser Menge bei einander, so dass ich schon die Vermuthung hegte, es möchten Kalkausscheidungen in der Haut des einen oder anderen grossen Thieres sein und bei dem zusammengehörigen Gehalt der verschiedenen Höhlen, wo diese Massen vorkommen, war Scelidotherium das einzige Thier, welches sich mit ihnen in beständiger Gesellschaft fand, weshalb ich immer hauptsächlich an die Gattung gedacht habe. Darum gewährte es mir eine ganz besondere Freude, in gegenwärtiger Höhle die erwähnten Körperchen unter Verhältnissen wieder zu finden, welche mir keinen Zweifel über deren Ursprung liessen, insofern sie theilweis im Umfange des Skelets von Scelidotherium abgelagert waren. Dieses Thier hat also eine mit Warzen bedeckte Haut gehabt, durchdrungen von Kalkabsonderungen, und war darum höchst wahrscheinlich nicht mit reichlichen Haaren bekleidet, sondern wohl nur mit zerstreuten Borsten besetzt. Dass ein ähnliches Verhältniss bei Coelodon Statt gefunden habe, bemerkte ich schon früher, und insofern diese zwei Thiere, wie ich beweisen werde, zu verschiedenen Unterabtheilungen der Megatheroiden gehören, wird es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass dasselbe Verhältniss für die ganze Gruppe Geltung haben, wodurch für dieselben

unleugbar eine grosse Annäherung an die Panzerthiere angezeigt wird." —

Dies sind die Worte des Herrn Dr. Lund; sie stehen in so fern mit meiner Entdeckung bei Mylodon (denn so darf ich sie, trotz des Widerspruchs des Herrn Reinhardt nennen) in Contrast, als der allseitige Aneinanderschluss der sogar über einander weggreifenden Körperchen keinen Raum darbietet für dazwischen hervorbrechende Borsten, dieselben auch, nach der Analogie von Glyptodon und Dasypus, stets besonderen Grübchen in oder zwischen den Panzerknöchelchen verlangen, von denen sich wenigstens bei Mylodon keine Spur entdecken lässt. —

Nach dieser Darstellung wird der geneigte Leser zugeben, dass ich Herrn Dr. Reinhardt mit mehr Grund der Uebereilung beschuldigen darf als er mich der Unachtsamkeit, insofern mein Stillschweigen über die Beobachtung des Herrn Dr. Lund, bei der offen ausgesprochenen Verehrung meinerseits für denselben, mir von wohlwollender Seite nur als Unbekanntschaft ausgelegt werden durfte; — und dass darum meine eigene Beobachtung bei Mylodon den Werth einer Entdeckung noch nicht verloren habe, weil Herr Dr. Lund etwas Aehnliches aber doch im Einzelnen Anderes bei Scelidotherium früher wahrnahm.

Schliesslich benutze ich diese sich mir darbietende Gelegenheit zur Anzeige, dass das von Herrn Dr. Lund aufgestellte Genus Sphenodon, nach dessen eigenem Geständniss in oben erwähnter vierter Abtheilung seiner Schriften (S. 6.) eingehen muss, weil es nur auf die Zähne ganz junger Individuen von Scelidotherium sich stützt, und dass mein Beibehalten dieser Gattung im dritten Heft der Anales del Mus. Publ. de B. A. (pag. 181.) auf's Neue den unzweideutigsten Beweis führt, dass mir der Inhalt besagter vierter Abtheilung bis dahin unbekannt geblieben war.

Berlin, Druck von Gebr. Unger (Th. Grimm), Friedrichsstrasse 24.

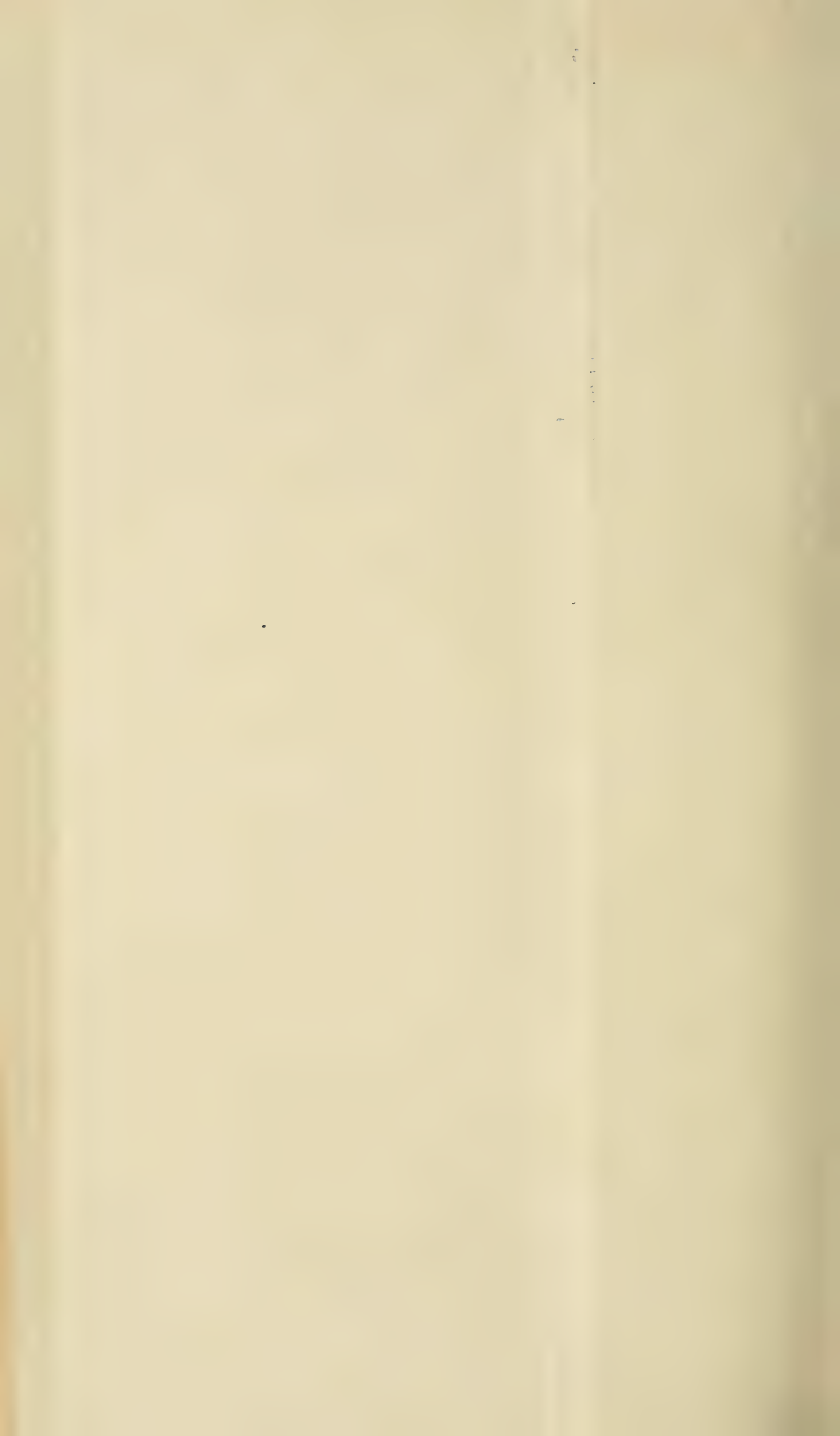
Berichtigung zu Tafel XI. (Heft IV.)

Fig. 3 ist unrichtig; es sollen die weissen Bänder die Räume zwischen den Muskeln der Leibeswand, die dunkeln Bänder aber die Muskeln des Leibeswand selbst vorstellen. Es müssten daher die hinteren Parietovaginalmuskeln von den dunkeln Bändern stellenweis verdeckt werden, während auf der Figur fälschlich die hellen Bänder sie verdecken. Dieser Irrthum ist um so störender als nun in der Figur die Längsmuskelschicht fälschlich als Muskelnetz erscheint. Vergl. den Text S. 472. Bei der Correctur der Tafel habe ich leider den von mir gerügten Fehler übersehen. N.

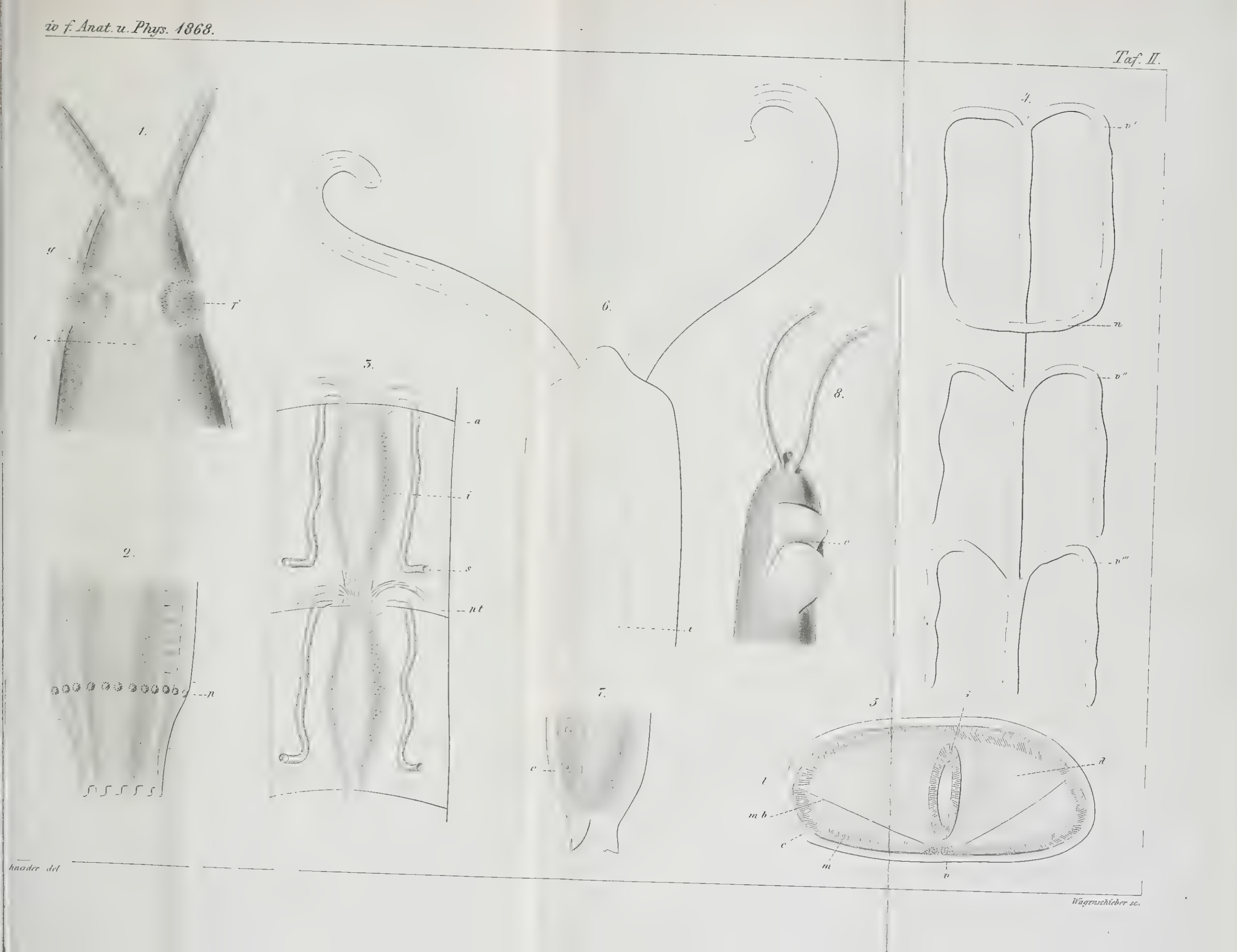
Rabl Ruckhard del

Bidder del

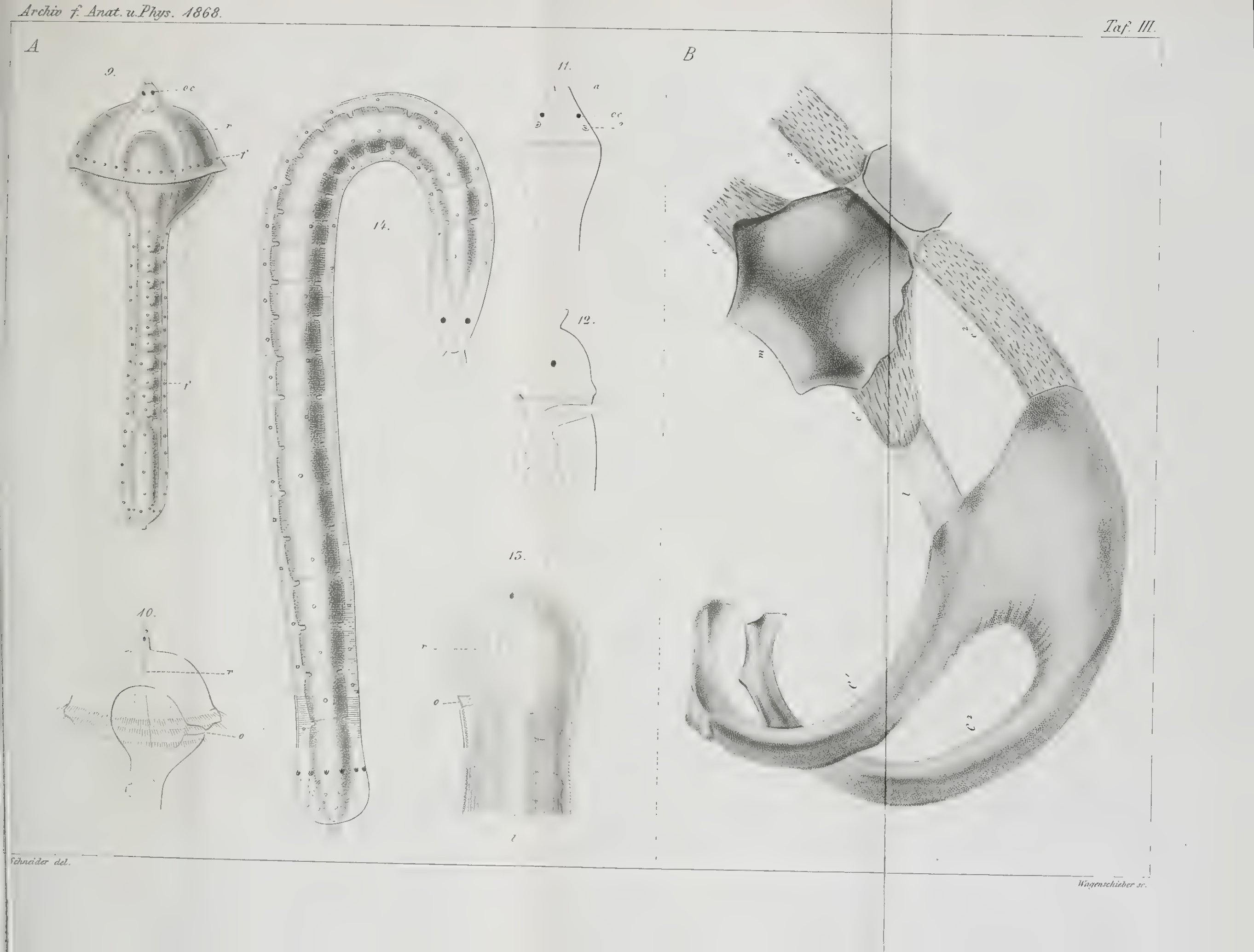
Wagenschieber sc



Taf. II.

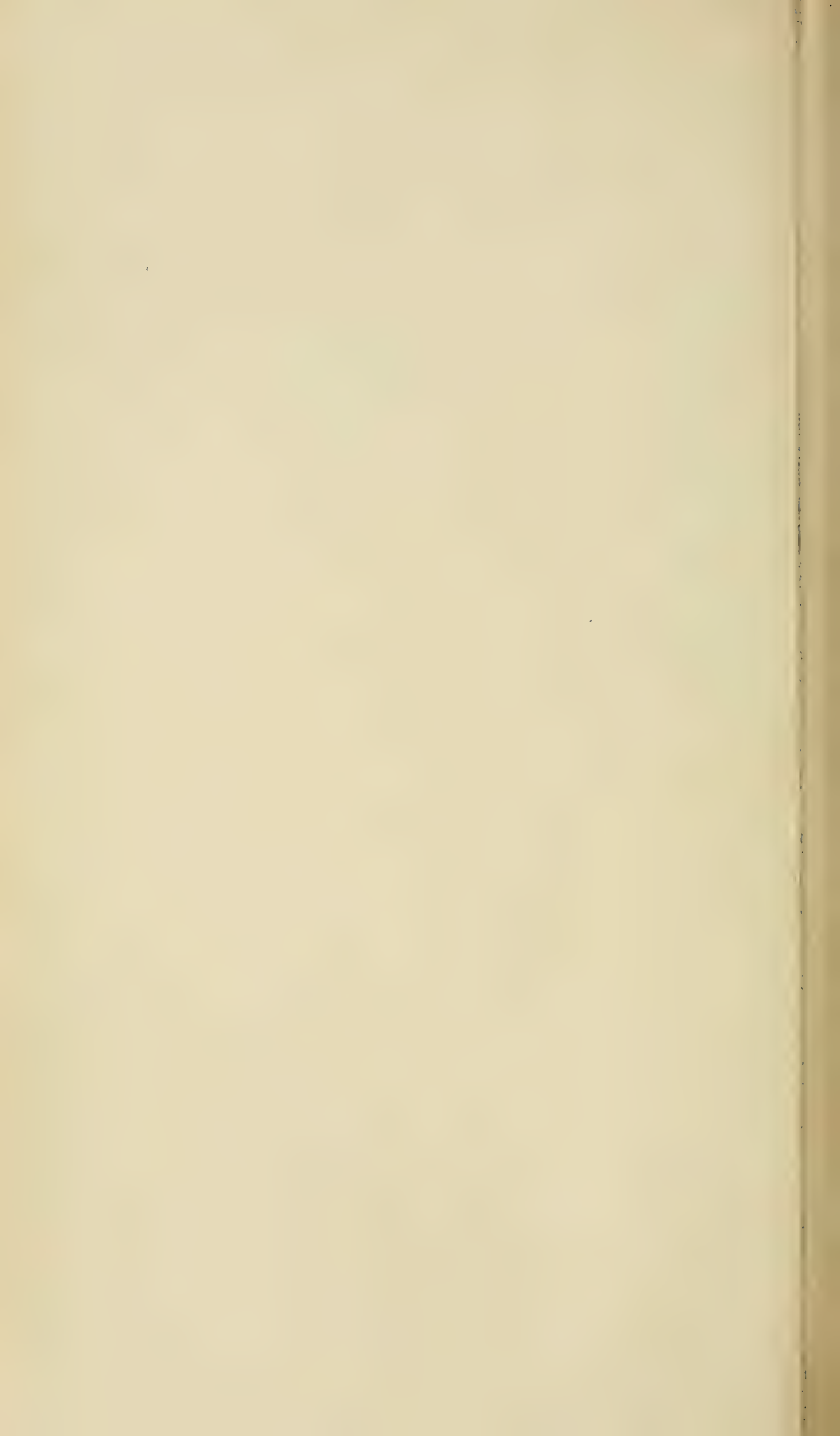

1.
y
r
2.
n
3.
a
i
s
nt
4.
v'
n
v''
v'''
5
i
d
l
m b
c
m
v
6.
t
7.
c
8.
c
haeder del
Wagenschieber sc.




A
B
9.
10.
11.
12.
14.
15.
oc
r
t'
o
a
m
l
c'
c²
Schneider del.
Wagenschieber sc.











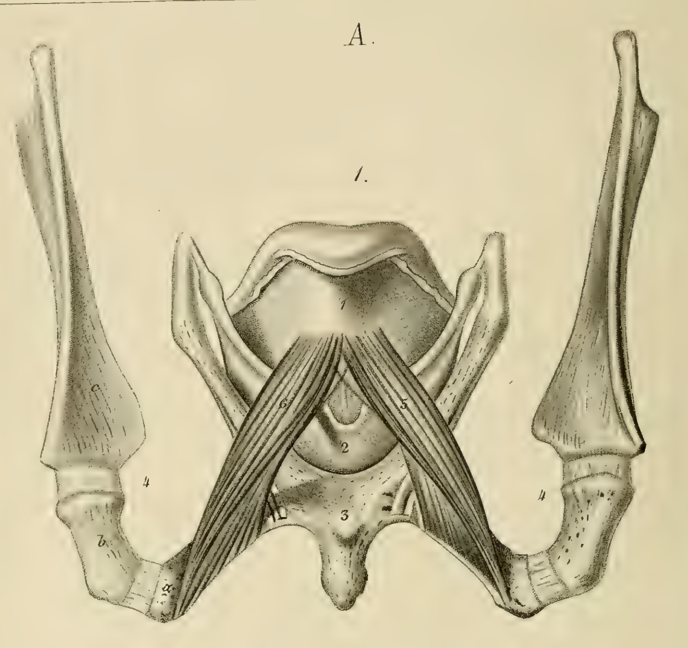

1.
2.
3.
4.
5.
Bartels del.
Wagenschieber sc.



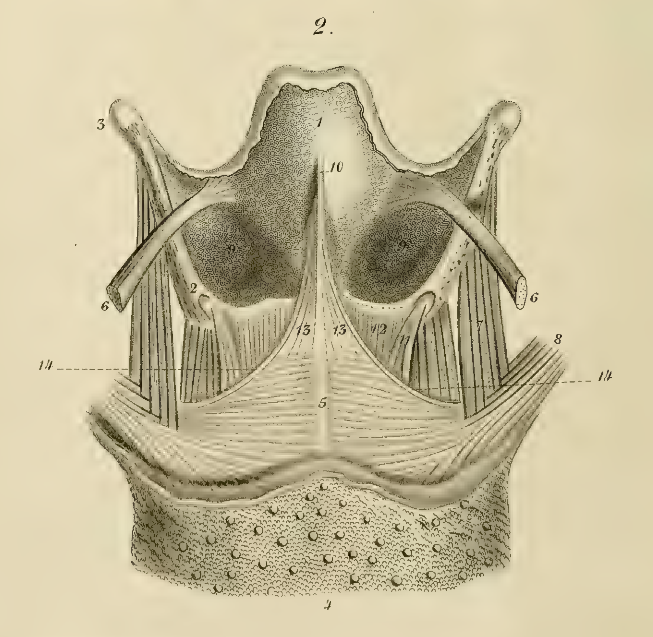


A.

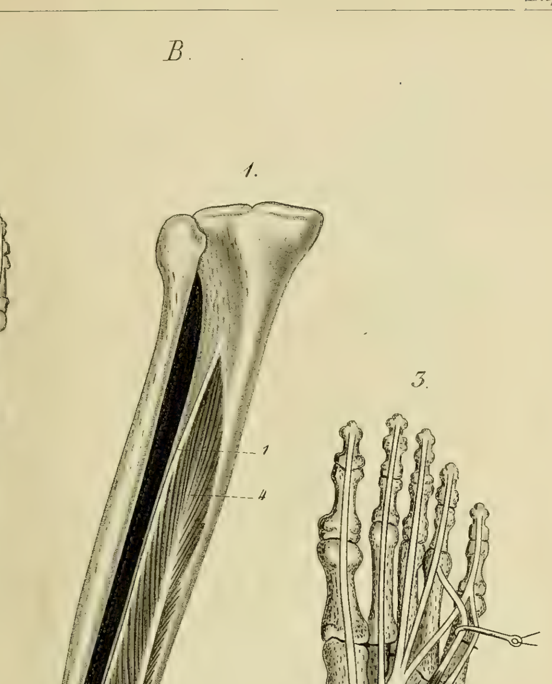
1.



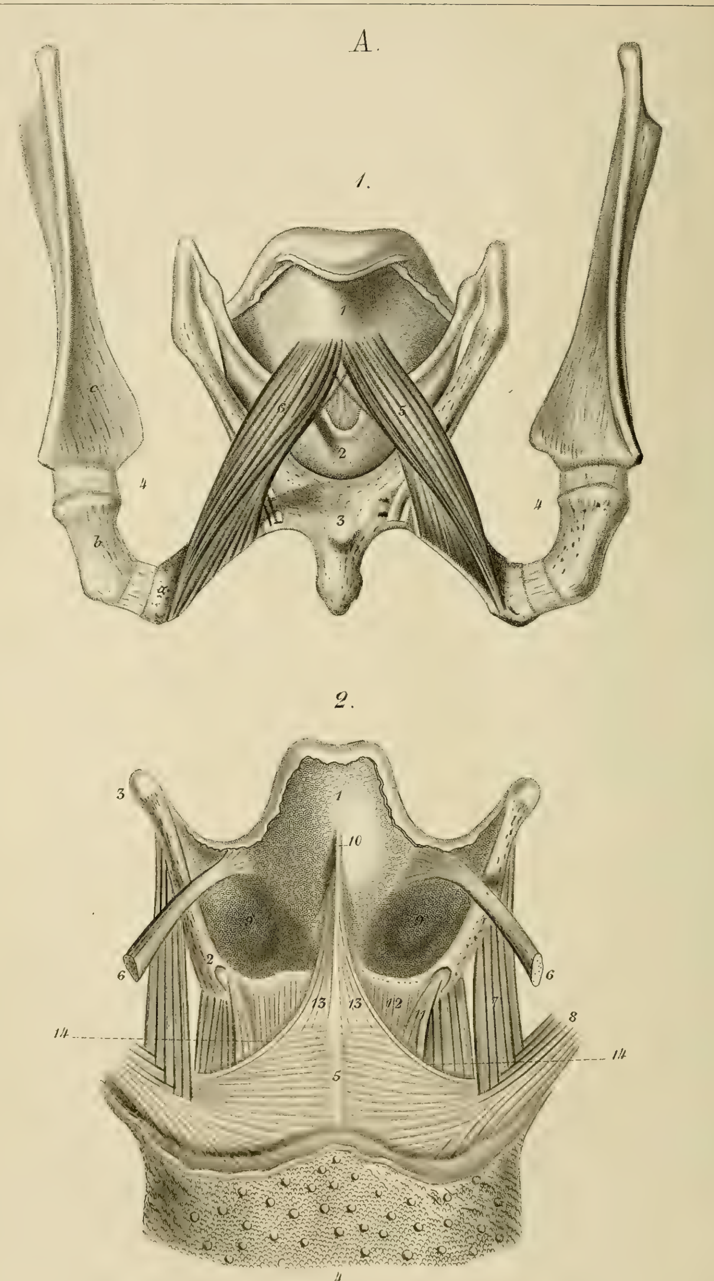
2.



B.

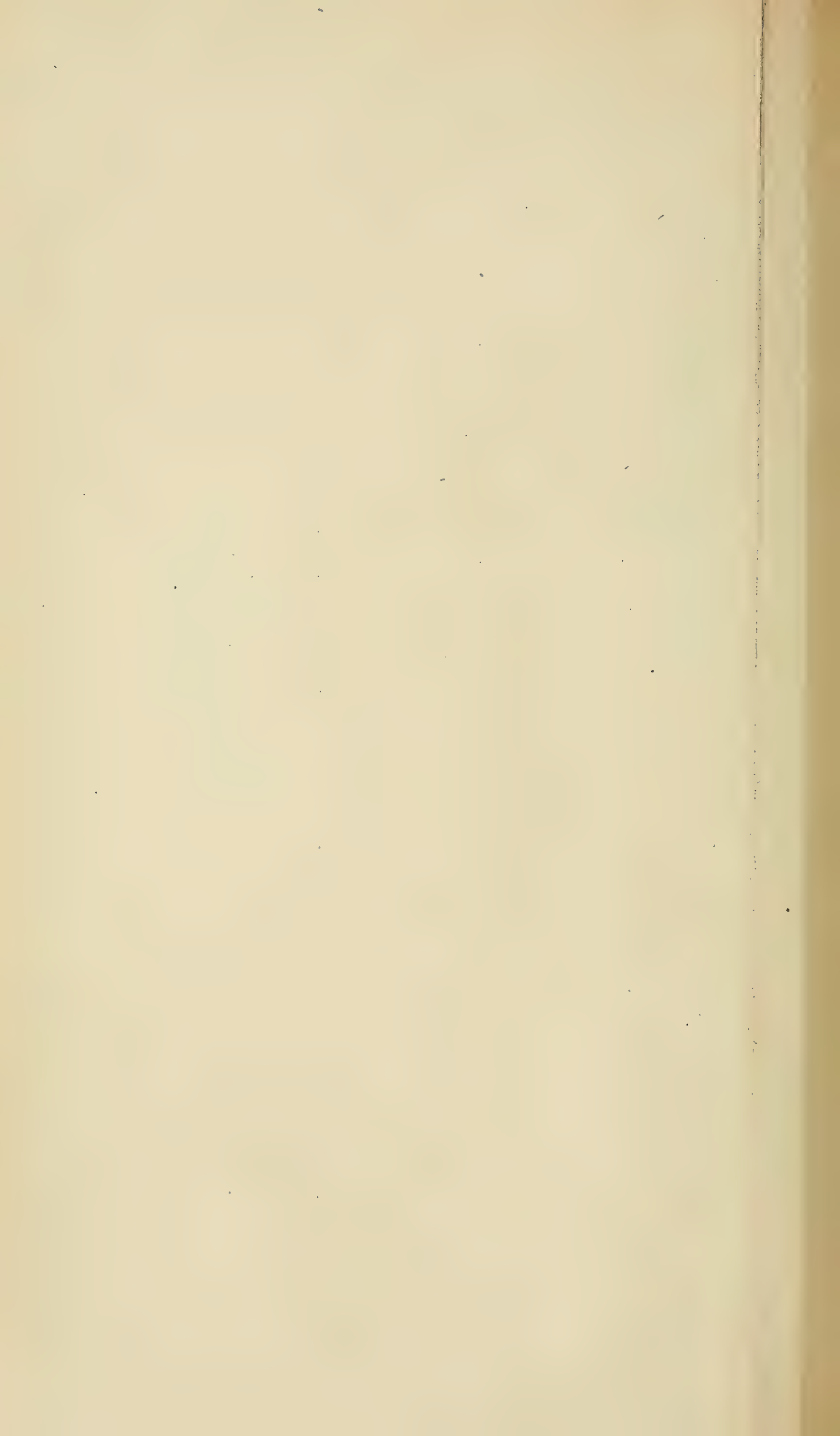


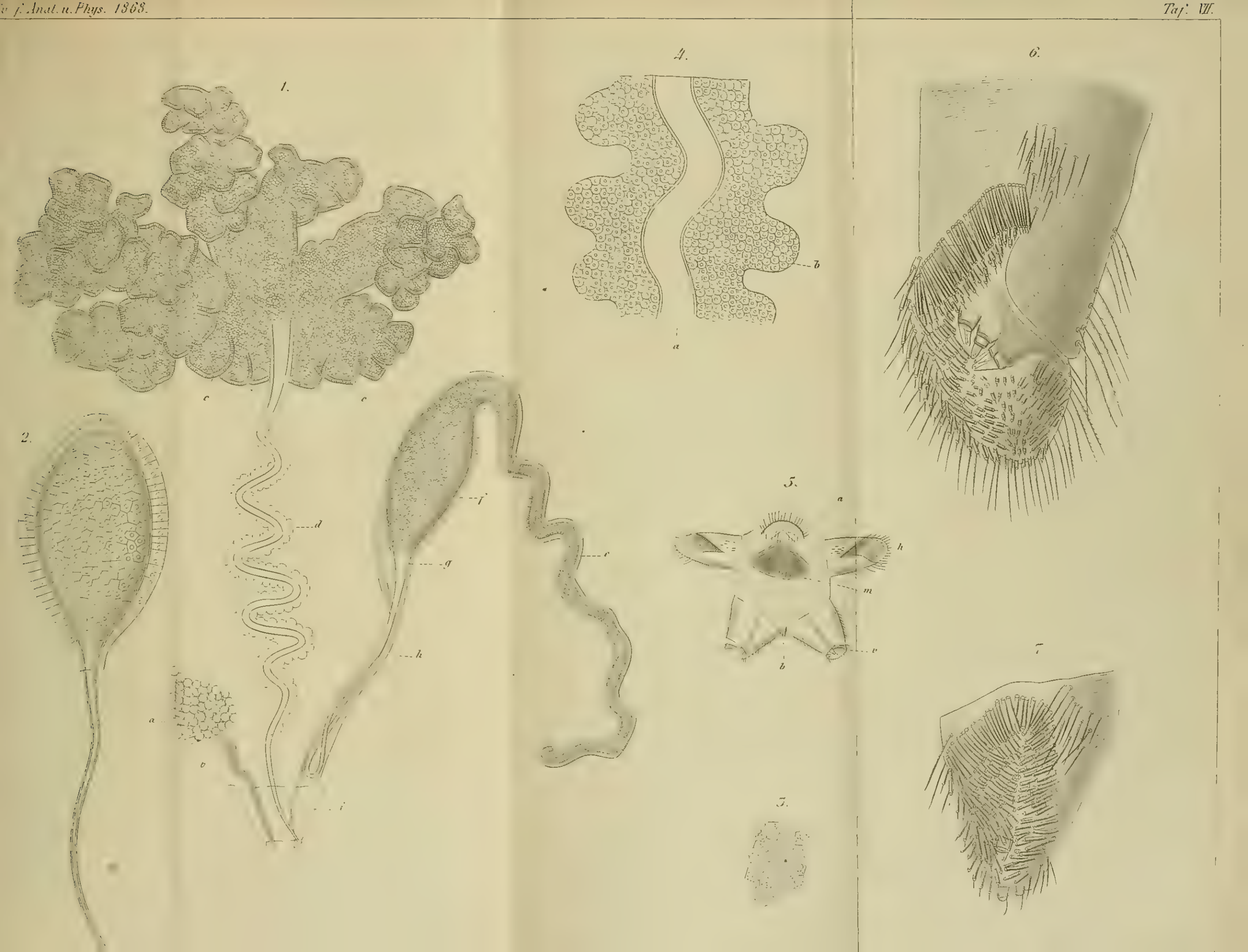
Wagenschieber sc.


A.
1.
1
2
3
4
4
5
6
a
b
c
2.
1
2
3
4
5
6
6
7
8
9
9
10
11
12
13
13
14
14

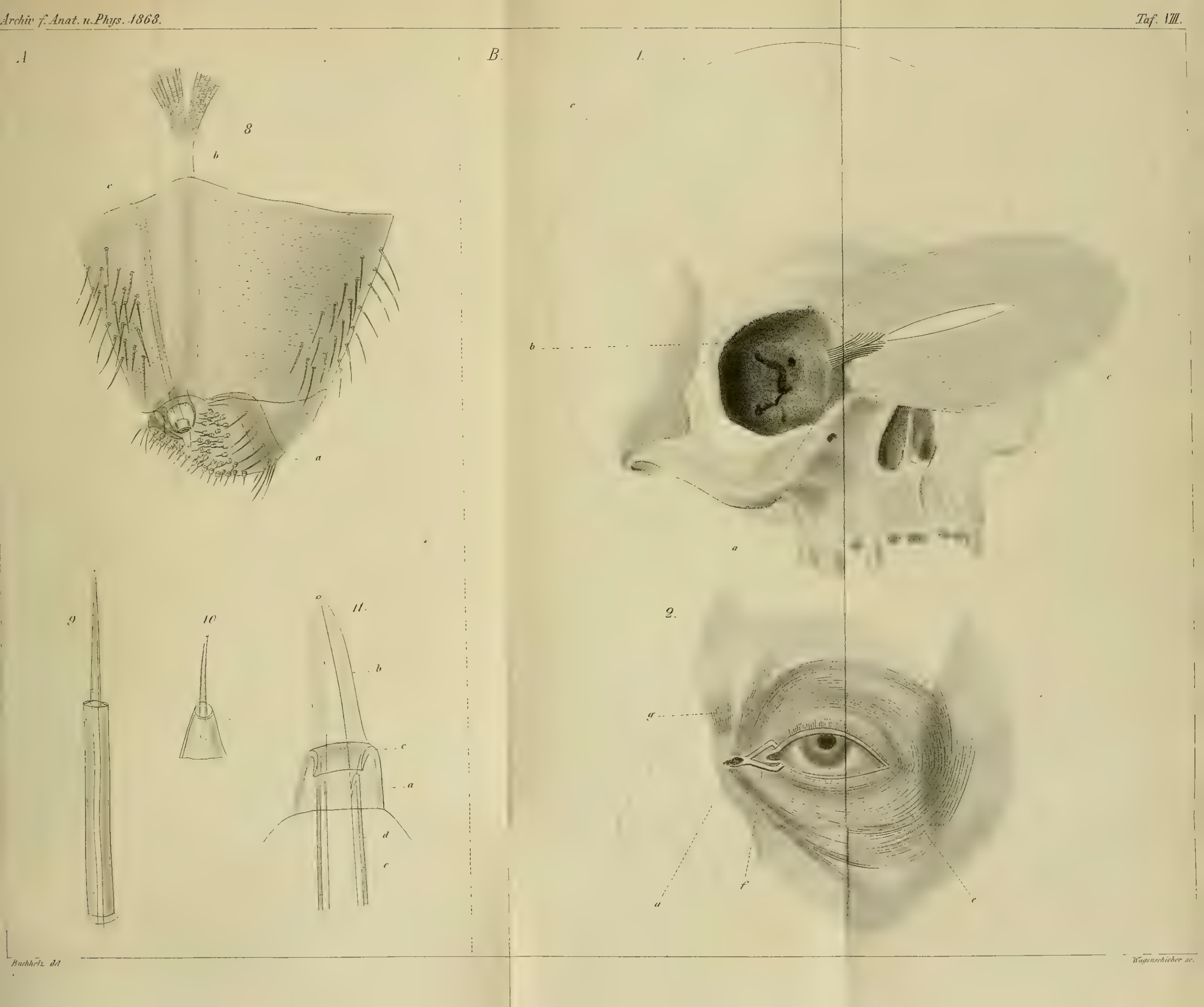


Wagenschieber sc.




1.
c
c
2.
d
f
g
h
e
a
b
i
4.
a
b
5.
a
h
m
v
b
3.
6.
7




A
B.
8
b
c
a
1.
c
b
c
a
9
10
11.
b
c
a
d
e
2.
g
a
f
e
Buchholz del
Wagenschieber sc.



1.

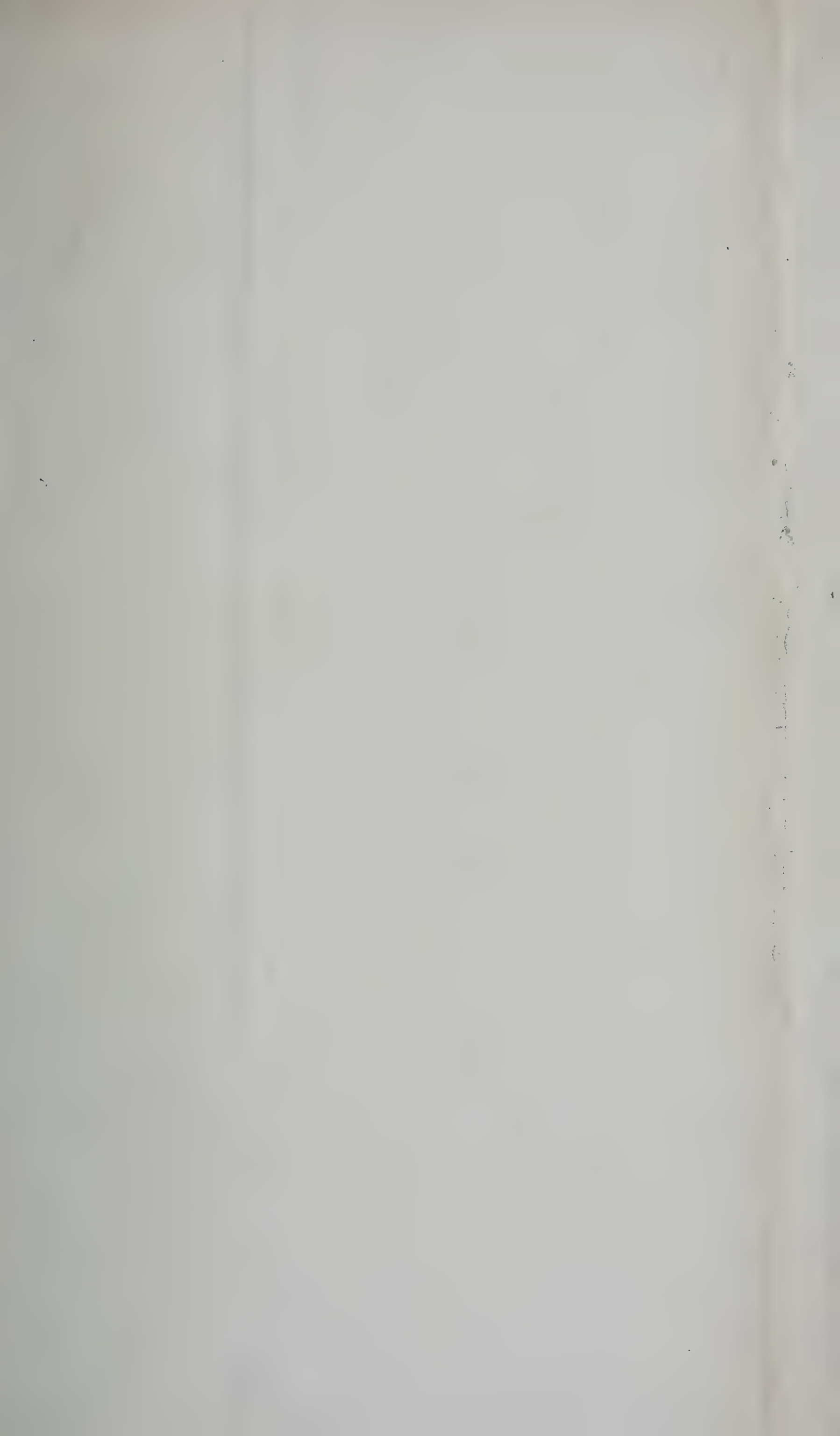
2.

3.

4.

Dworzaczek del.







1.

2.

3.

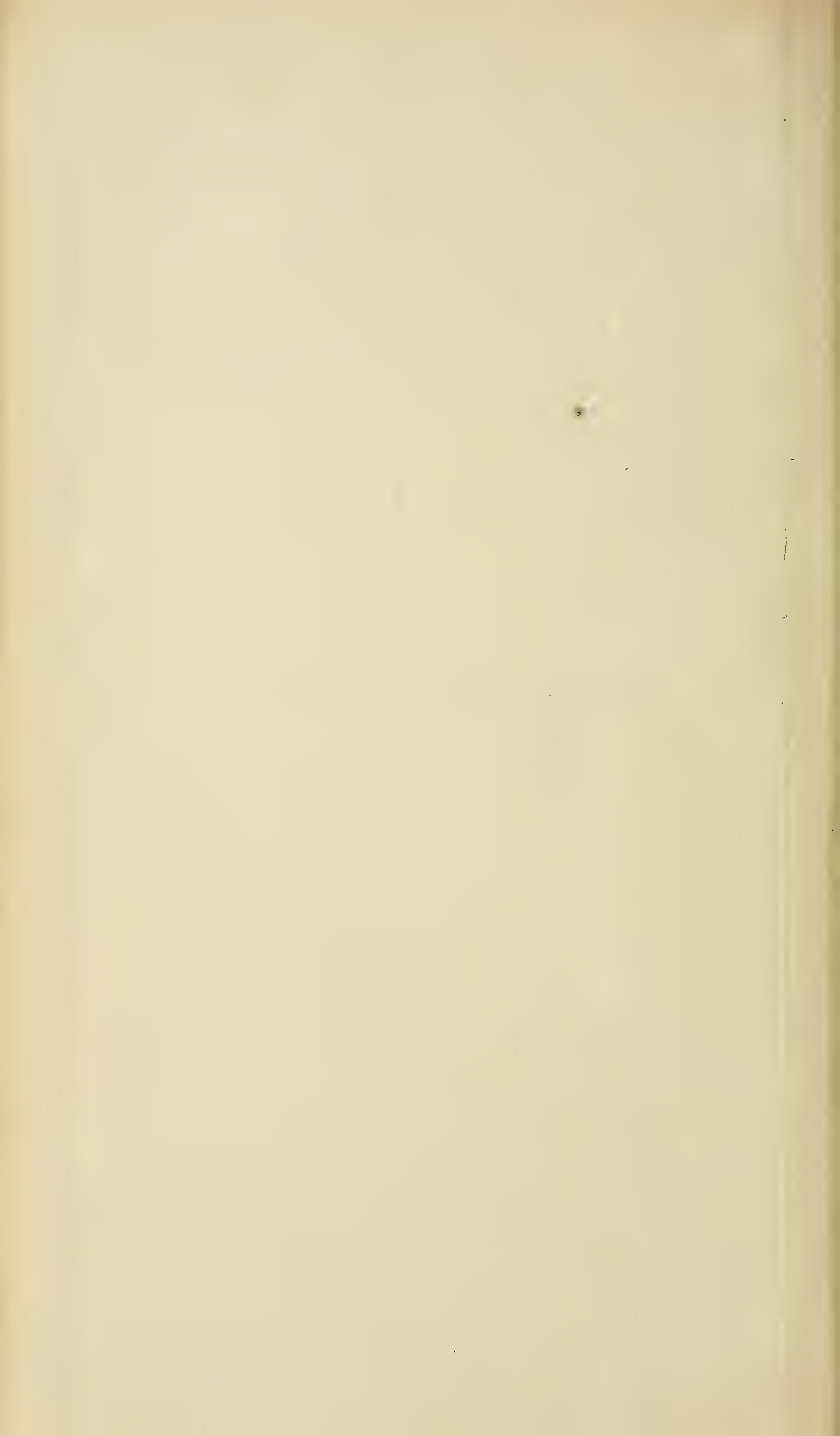
4.

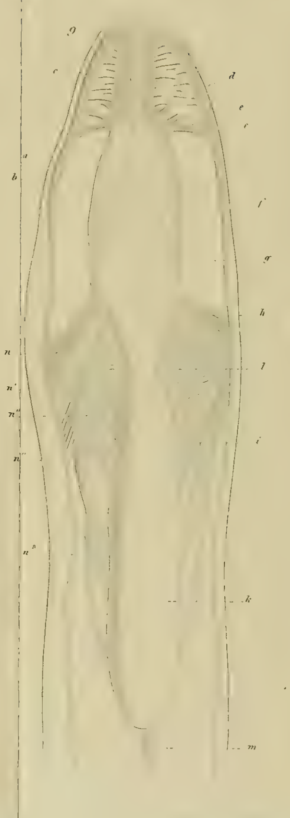
5.

6.

7.

Wagenschieber sc.



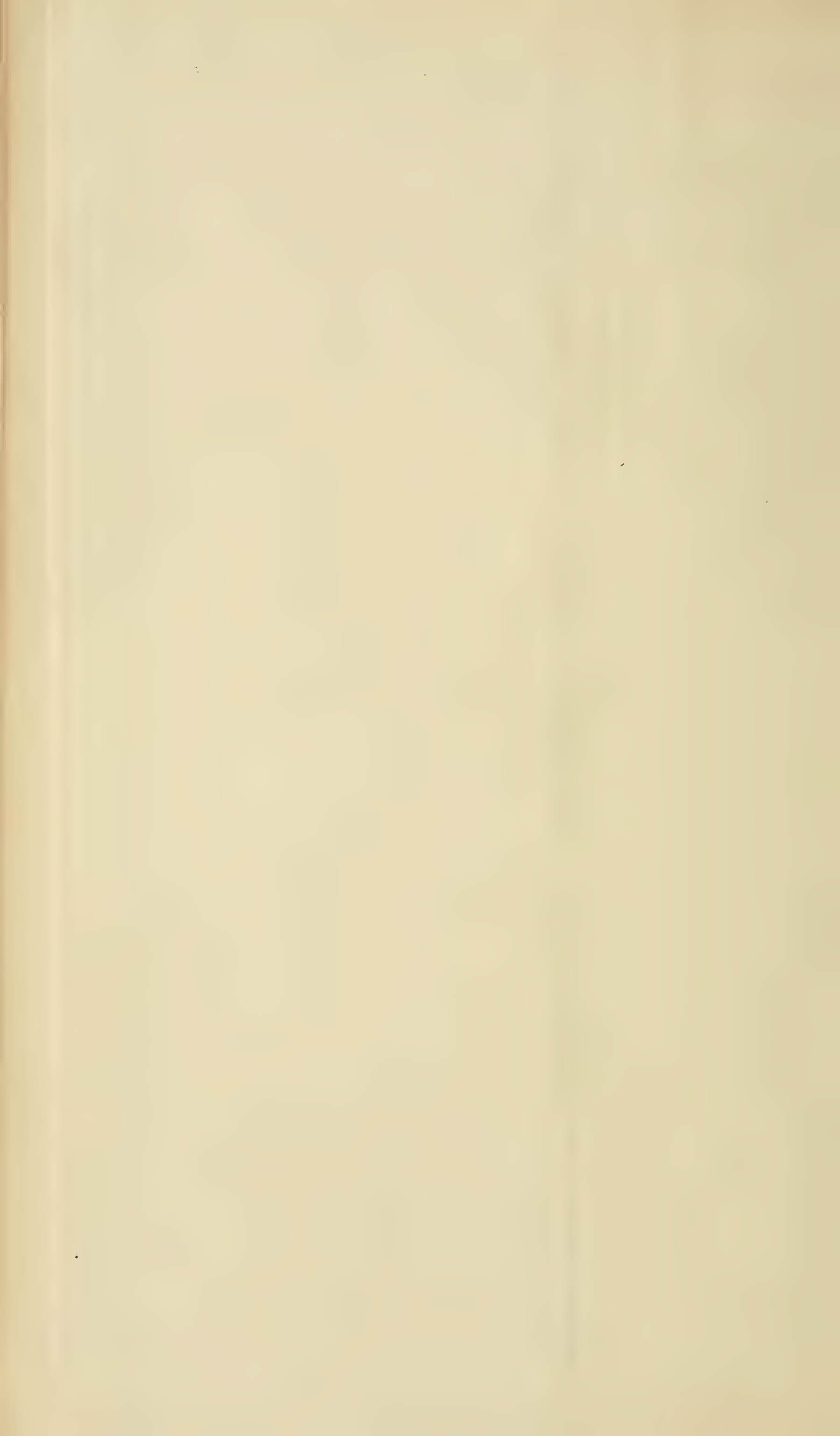


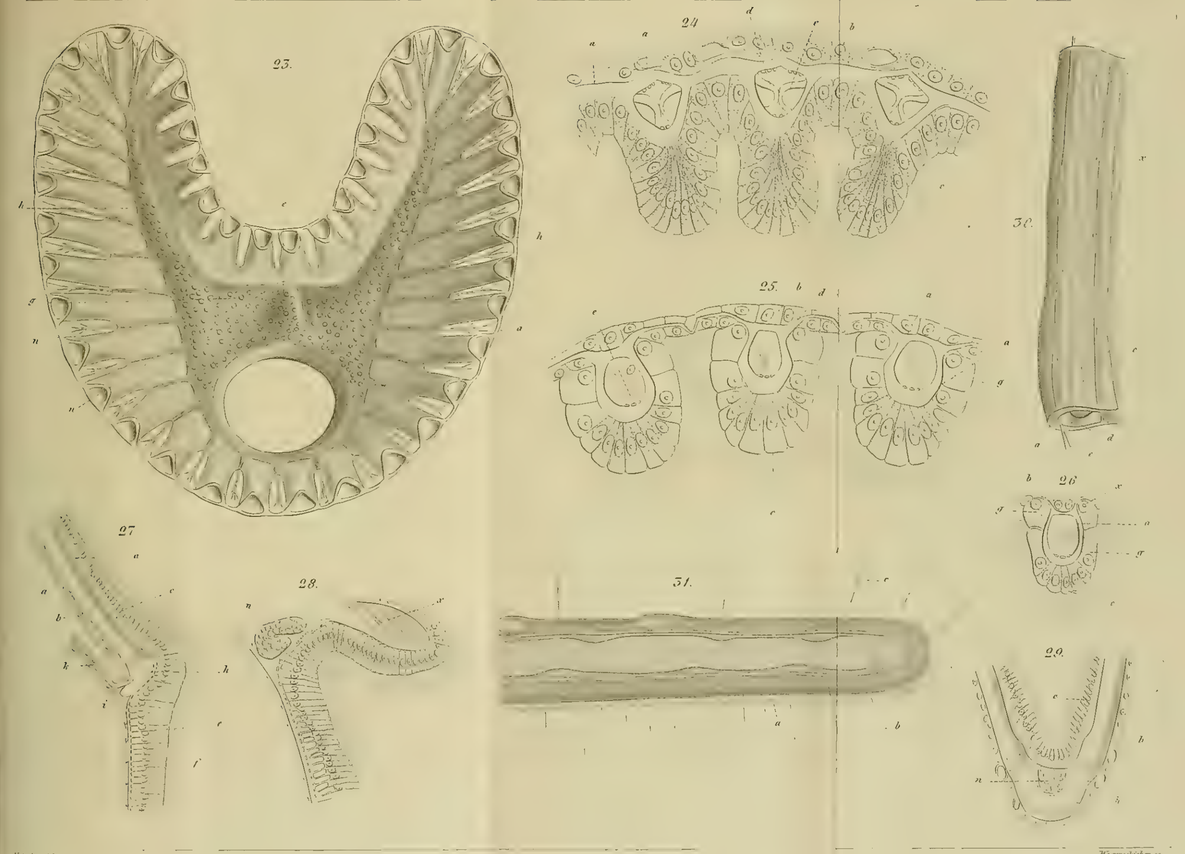
Nitsche del.

Hagenbuber s.



Nitsche del. Wagenschieber sc.



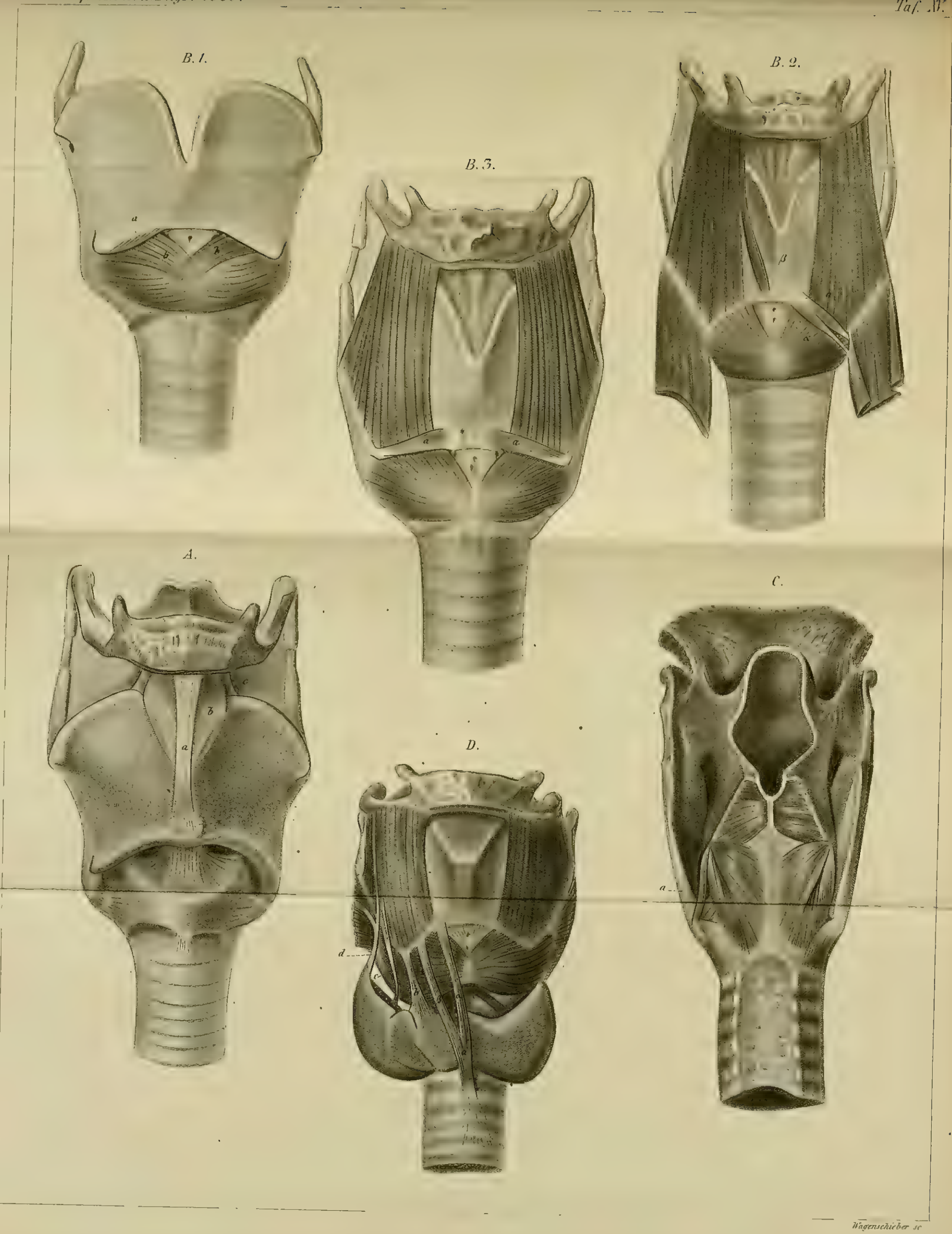


Vetsche del. Wagenschieber sc.

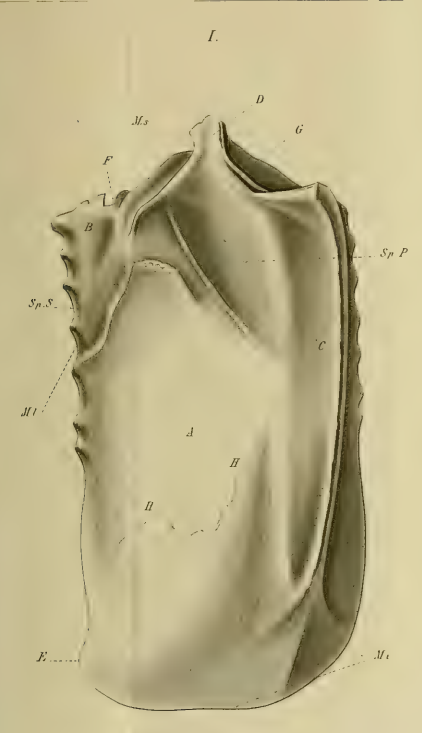


32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45.

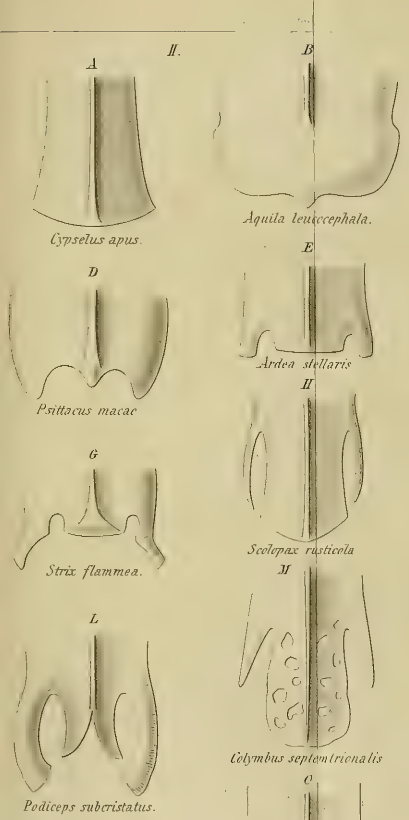



B.1.
B.2.
B.3.
A.
C.
D.
Wagenschieber sc





Aquila leucocephala.



Cypselus apus.

Aquila leucocephala.

Psittacus macao

Ardea stellaris

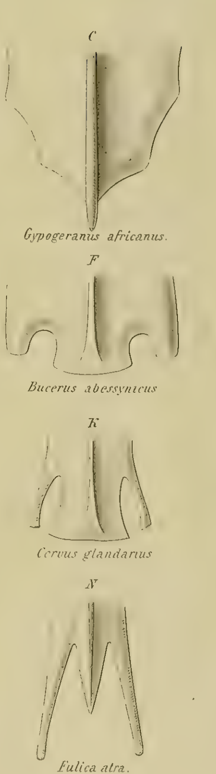
Strix flammea.

Scolopax rusticola

Podiceps subcristatus.

Colymbus septemtrionalis

Falco tinnunculus juv.



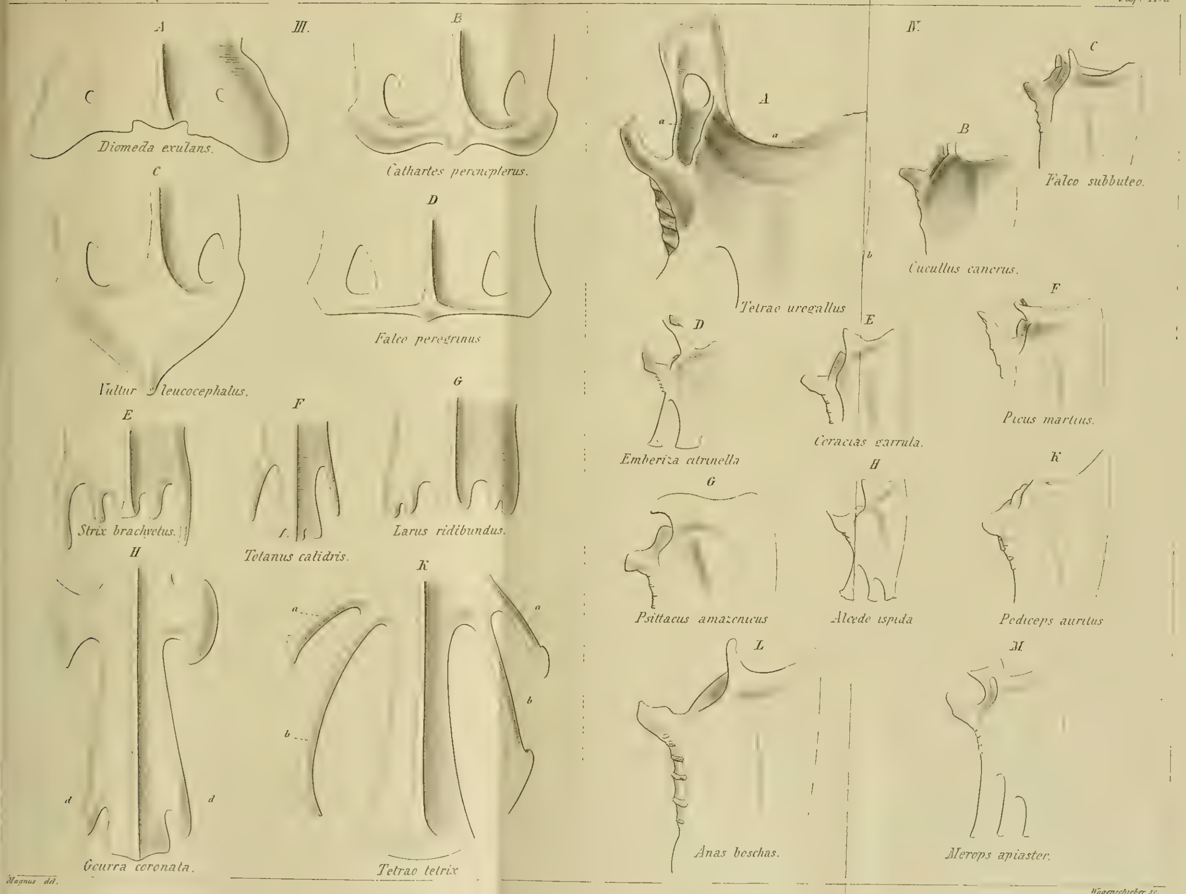
Gypogeranus africanus.

Bucerus abessynicus

Corvus glandarius

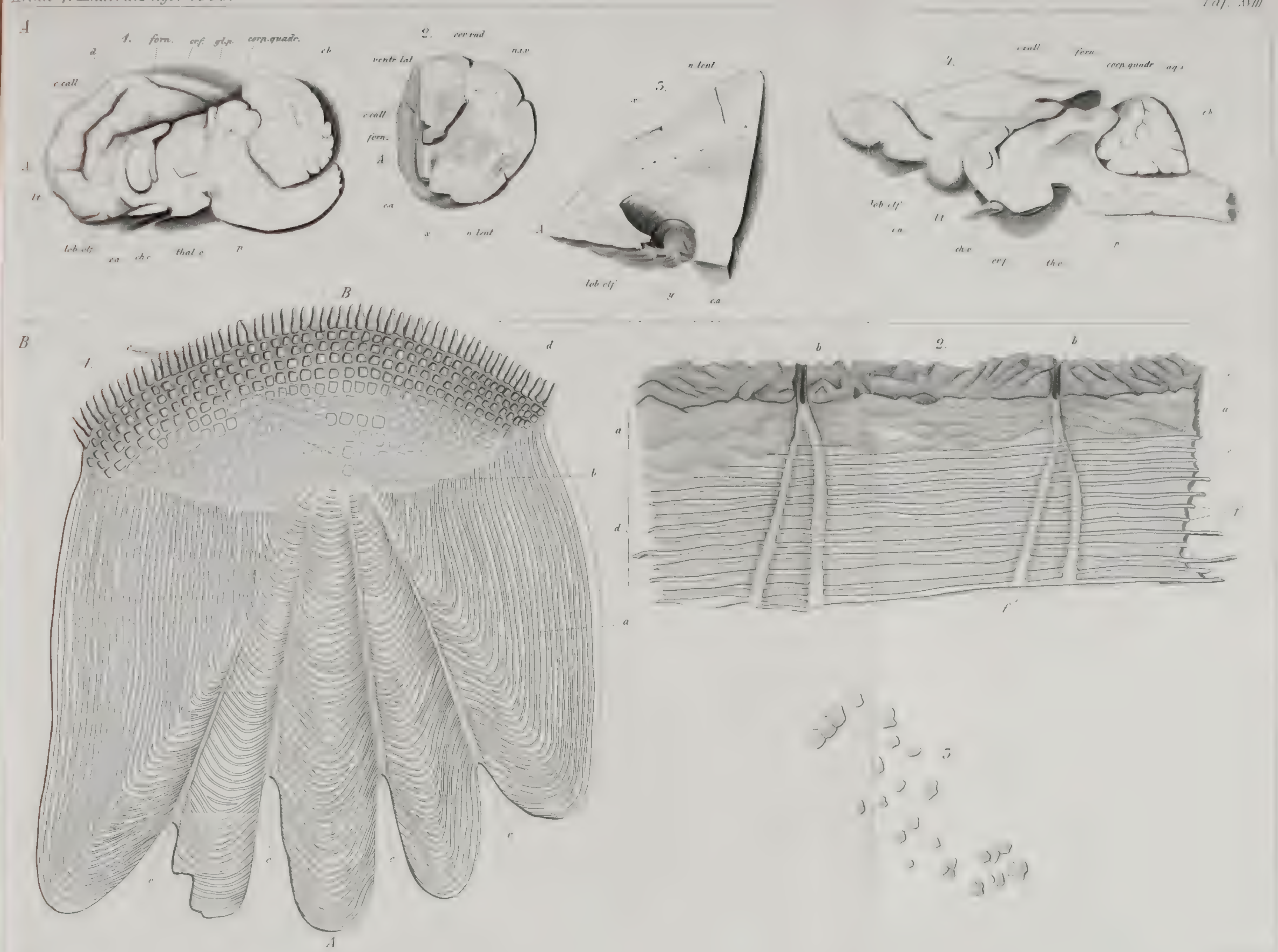
Fulica atra.





Magnus del. Wagenschieber sc.





A
1.
forn.
crf.
gl.p.
corp.quadr.
c call
cb
lob olf
ca
ch c
thal c
p
2.
cor rad
ventr lat
n.s.v
c call
forn.
n lent
3.
lob olf
y
ca
4.
c call
forn
corp.quadr
aq s
lob olf
ca
lt
ch c
crf
th c
B
1.
d
b
a
A
2.
b
a
d
f
3.



1868. No. 1.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1868.

Bogen 1—9. Tafel I—III.

HEFT I.



LEIPZIG

VERLAG von VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Februar 1868.

Inhalt des ersten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1868. No. 2.

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1868.
Bogen 10—17. Tafel IV—VII.
HEFT II.



LEIPZIG.
VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Mai 1868.

Inhalt des zweiten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1868. No. 3.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1868.

Bogen 18—26. Tafel VIII A. u. B., IX u. X.

HEFT III.



LEIPZIG

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im Juli 1868.

Inhalt des dritten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1868. No. 4.

ARCHIV

FÜR

ANATOMIE, PHYSIOLOGIE

UND

WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

DR. CARL BOGISLAUS REICHERT

PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

DR. EMIL DU BOIS-REYMOND

PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1868.

Bogen 27—34. Tafel XI—XIV.

HEFT IV.



LEIPZIG

VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im August 1868.

Inhalt des vierten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1868. No. 5.

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1868.
Bogen 35—42. Tafel XV. A—D.
HEFT V.



LEIPZIG.
VERLAG VON VEIT ET COMP.

Ausgegeben im November 1868.

Inhalt des fünften Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.

1868. No. 6.

ARCHIV
FÜR
ANATOMIE, PHYSIOLOGIE
UND
WISSENSCHAFTLICHE MEDICIN.

HERAUSGEGEBEN

VON

Dr. CARL BOGISLAUS REICHERT
PROFESSOR DER ANATOMIE UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN ANATOMISCHEN MUSEUMS UND ANATOMISCHEN THEATERS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN,

UND

Dr. EMIL DU BOIS-REYMOND
PROFESSOR DER PHYSIOLOGIE, DIRECTOR DES KÖNIGLICHEN PHYSIOLOGISCHEN LABORATORIUMS, MITGLIED DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

FORTSETZUNG VON REIL'S, REIL'S UND AUTENRIETH'S, J. F. MECKEL'S UND JOH. MÜLLER'S ARCHIV.

JAHRGANG 1868.
Bogen 43—49 Tafel XVI—XVIII.
HEFT VI.



LEIPZIG
VERLAG VON VEIT ET COMP

Ausgegeben im Januar 1869

Inhalt des sechsten Heftes.

Beiträge können an jeden der beiden Herausgeber oder auch an die Verlagshandlung eingesendet werden.

Es wird dringend gewünscht, dass etwaige Zeichnungen auf von dem Manuscripte getrennten Blättern eingeschickt werden.

Die Herren Mitarbeiter haben von ihren Beiträgen 25 Extra-Abdrücke frei. Sie werden gebeten, sich gleichzeitig mit Einsendung des Manuscripts darüber zu erklären, ob sie Extra-Abdrücke verlangen, die ihnen zur Zeit durch die Verlagshandlung zugehen werden.



